



Universitat Autònoma de Barcelona

FACULTAT DE CIÈNCIES

Secció de Ciències Ambientals

Estudi de noves tècniques per a l'eradicació de l'*Arundo donax*

Memòria del Projecte de Fi de Carrera de Ciències Ambientals

Presentada per:

Elisabet Mota i Freixas

I dirigida per:

Ferran Rodà (Tutor UAB)

Albert Sorolla (Director extern)

Bellaterra, 1 de setembre de 2009

Índex

Índex d'imatges	5
Índex de taules.....	6
Índex de gràfics	6
0. Estructura del projecte	7
1. Introducció	8
1.1 Boscos de ribera	10
1.2 Característiques de la canya americana (<i>Arundo donax</i>).....	13
1.2.1 Taxonomia i descripció general.....	13
1.2.2 Característiques del creixement de l' <i>A. donax</i>	14
1.2.3 Sistemes de reproducció i dispersió.....	15
1.3 Impactes causats per l' <i>A. donax</i>	17
1.3.1 Desplaçament de vegetació i fauna autòctona	17
1.3.2 Modificació de les característiques ecològiques dels ambients de ribera.....	18
1.3.3 Modificació de cursos fluvials i creació de taps a la llera de rius i rieres	19
1.3.4 Elevat consum hídric	20
1.3.5 Inestabilitat de talussos	21
1.3.6 Problemes de plagues.....	22
1.3.7 Incendis	22
1.3.8 Impacte paisatgístic	22
1.3.9 Gran cost de manteniment o dificultat d'eliminació completa	23
2. Objectius	24
3. Recull de les tècniques per a l'eliminació de l'<i>A. donax</i>.....	25
3.1 Consideracions prèvies en les tasques d'eradicació d' <i>A. donax</i>	25
3.2 Experiències d'eradicació de l' <i>A. donax</i>	27
3.2.1 Control físic.....	28
3.2.2 Control tèrmic	32
3.2.3 Control amb herbívors	32
3.2.4 Control biològic.....	33
3.2.5 Control químic.....	34
3.2.6 Conclusions	37
4. Anàlisi de noves tècniques per a l'eradicació de l' <i>A. donax</i>.....	38
4.1 Introducció i justificació de l'elecció de les tècniques a estudiar	38
4.2 Desbrossada periòdica de la canya.....	40
4.2.1 Introducció	40
4.2.2 Materials i mètodes.....	40
4.2.3 Resultats i discussió	41
4.2.4 Proposta d'ampliació de la tècnica: Desbrossada i plantació de salzes	45

4.3 Arrencat i triturat de la canya	47
4.3.1 Introducció	47
4.3.2 Material i mètodes	47
4.3.3 Resultats i conclusions	49
4.4 Arrencat i enterrament de la canya in-situ	52
4.4.1 Introducció	52
4.4.2 Material i mètodes	52
4.4.3 Resultats	52
4.5 Cobriment amb plàstic biodegradable	53
4.5.1 Introducció	53
4.5.2 Material i mètodes	54
4.5.3 Resultats i discussió	56
4.6 Efecte de l'alçada des les canyes en els resultats de l'aplicació d'herbicida	58
4.6.1 Introducció	58
4.6.2 Material i mètodes	58
4.6.3 Resultats i discussió	60
4.7 Proposta d'investigació de noves tècniques.....	62
4.7.1 Eliminació de la canya per inundació	62
4.7.2. Trituradora de pedra.....	63
4.7.3 Arrencat i aprofitament del residu generat com a biomassa.....	64
4.8 Plànols de situació de les actuacions	65
5. Restauració del medi afectat per l'eradicació de l' <i>A. donax</i>	66
6. Conclusions: Comparació de les diferents tècniques d'eradicació de l'<i>A. donax</i> estudiades.....	68
7. Propostes de millora de l'estudi de tècniques d'eliminació de la canya	73
8. Futures línies d'investigació	74
9. Referències bibliogràfiques	75
 Glossari	 79
Acrònims	81
Programació temporal	82
Pressupost	83
Agraïments.....	84
Annexos	85

Índex d'imatges

Imatge 1. Salzedà a Tuixent (Alt Urgell).	11
Imatge 2. Riu Ter a Salt (14/02/07).	12
Imatge 3. Canyís (<i>Phragmites australis</i>) al Delta de l'Ebre.	13
Imatge 4. Canya a la riera de Rafamans a la Palma de Cervelló (Baix Llobregat).	13
Imatge 5. Rizoma no enterrat que conserva les capacitats de rebrotar (13/06/08).	16
Imatge 6. Riu Mogent. La canya després d'una riuada és arrencada. (29/01/2007).	19
Imatge 7. Riera Vallvidrera a Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental)...	20
Imatge 8. Riera Sant Cugat a Cerdanyola del Vallès (Vallès Occidental).	20
Imatge 9. Riera de Rafamans a la Palma de Cervelló (Baix Llobregat)..	21
Imatge 10. Sant Cugat torrent Sant Crist (4/03/09)..	27
Imatge 11. Operari amb una desbrossadora manual.	29
Imatge 12. Retroexcavadora realitzant tasques de retirada de la canya i el rizoma..	30
Imatge 13. Màquina retroexcavadora realitzant treballs d'arrencat de la canya a la riera de Vallvidrera al tm de Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental) (7/01/09).	30
Imatge 14. Riera Vallvidrera al tm de Sant Cugat del Vallès abans de realitzar l'actuació d'arrencat de la canya i el rizoma (19/02/08)..	31
Imatge 15. Riera Vallvidrera al tm de Sant Cugat del Vallès després de realitzar l'actuació d'arrencat de la canya i el rizoma (16/04/09).	31
Imatge 16. Esquema de la tècnica basada en la realització de desbrossades periòdiques i plantació de salzes.	46
Imatge 17. Rizoma triturat amb una trituradora de jardineria (15/05/08)	48
Imatge 18. Trituradora i restes de rizoma triturats	48
Imatge 19. Procés d'elaboració de les parcel·les de 2x2m I. (15/05/08)	49
Imatge 20. Procés d'elaboració de les parcel·les de 2x2m II. (15/05/08).	49
Imatge 21. Esquema de la tècnica Cobriment amb plàstic biodegradable.	55
Imatge 22. Treballs de cobriment de l'escullera (1/04/08).	56
Imatge 23. Detall del plàstic biodegradable i la ret de coco al damunt. (1/04/08).	56
Imatge 24. Aplicació de l'herbicida a Can Salas (26/06/08)	59
Imatges 25 i 26. Zones recentment inundades a la riera de la Betzuca a Sant Quirze del Vallès (Barcelona).	63
Imatge 27. Riera de Vallvidrera a Sant Cugat del Vallès després de la retirada de la canya amb mitjans mecànics (2009).	66

Índex de taules

Taula 1. Taula resum dels tractaments descartats en l'anàlisi	38
Taula 2. Taula resum dels tractaments inclosos en l'anàlisi	38
Taula 3. Dades obtingudes en la realització d'una recta de regressió amb les dades del treball de camp	43
Taula 4: Mitjanes del pes, volum i longitud màxima i mínima dels fragments de rizoma mostrejats.....	49
Taula 5. Resum de les observacions de camp realitzades a Montornès del Vallès	56
Taula 6. Anàlisi multicriteri de les diferents tècniques d'eradicació de la canya	70
Taula 7: Anàlisi de les diferents tècniques mitjançant variables quantificades	71

Índex de gràfics

Gràfic 1. Mitjanes de les alçades de les canyes al final de cada període creixement,.....	42
Gràfic 2. Reducció de la densitat de peus de canya en cada període de creixement en la tècnica de desbrossada.	44
Gràfic 3. Evolució de la densitat de canyes per m2 en els diferents tipus de tractament de triturat de la canya	50
Gràfic 4. Evolució de les alçades de canya en els diferents tipus de tractament de triturat del rizoma.	50
Gràfic 5. Evolució de les alçades mitjanes en el tractament amb herbicida.....	61
Gràfic 6. Evolució de la densitat de canyes en el tractament amb herbicides.....	61

0. Estructura del projecte

A continuació es descriu l'estructura del present projecte indicant els apartats principals i explicant breument el seu contingut.

Apartat 1. Introducció: L'objectiu principal d'aquest apartat és donar a conèixer l'espècie i tots els problemes que comporta la seva introducció a casa nostra. Tanmateix, serveix per entendre i contextualitzar la resta del treball.

Apartat 2. Objectius: Un cop entès el perquè de la importància d'eliminar la canya es marcaran els objectius del projecte.

Apartat 3. Recull de les tècniques per a l'eliminació de l'*Arundo donax*: En aquest apartat es fa una breu descripció de les tècniques usades actualment en l'eliminació de la canya. No es pretén fer una descripció exhaustiva de cada una d'elles, sinó que el seu principal objectiu és contextualitzar la situació actual per tal de copsar i entendre les mancances i dificultats que ens podem trobar a l'hora de realitzar treballs d'eliminació de l'*A. donax* als sistemes fluvials.

Apartat 4. Anàlisi de noves tècniques per a l'eradicació de l'*A. donax*: En aquest apartat s'analitzen les tècniques més eficients descrites a l'apartat 3 i es proposen nous mètodes per tal de millorar-les. També es proposen noves tècniques que permetin cobrir aquells aspectes que no es cobrien amb les ja existent. Igualment, es realitzen taules per tal de realitzar un anàlisi multicriteri amb l'objectiu de comparar-les.

1. Introducció

Arundo donax, planta del canyar (*Arundini-Convovuletum sepium*), és una espècie herbàcia perenne procedent del nord de l'Índia i del sud-est del Nepal molt invasora als territoris de clima mediterrani i amb l'índex de creixement més elevat dins les plantes terrestres del nostre planeta. Actualment la podem trobar a totes les regions temperades-càlides i tropicals del món (Sanz Elorzan et al., 2004)

Es creu que la introducció de la canya a Europa data dels voltants del 1492, fet que ens podria indicar que la canya és un arqueòfit¹. La canya va ser introduïda de manera intencionada, com a espècie cultivada per a formar barrera i paravents, com a material de la construcció, per la fixació del sòl per el control de l'erosió, etc. (Sanz Elorzan et al., 2004). Posteriorment va adquirir altres usos com la confecció d'instruments de música, la cistelleria, ... A Catalunya, no fa masses anys, aquests nuclis estaven controlats a alguns marges de conreu o rieres, degut a l'aprofitament que en feien els pagesos o hortelans. Actualment l'*Arundo donax*, coneguda com a canya americana o canya de sant Joan², està estesa per tot el territori català, formant grans i densos nuclis monoespecífics i ocupant zones de ribera, marges de camins i carreteres. Es concentren als sistemes riparis, o en ambients amb elevada humitat, espais molt vulnerables a la invasió d'espècies exòtiques.

A. donax ha estat inclosa al llistat de plantes invasores a Espanya dins l'*Atlas y Libro de la Flora Vascular Amenazada de España*. Aquest inventari inclou aquelles espècies amb comportament invasor provat o probable en ambients naturals i seminaturals. En aquesta publicació s'ha seguit el corrent terminològic impulsat arrel de l'estudi de Richardson et al. (2000). A diferència de les antigues propostes, en aquesta s'eliminen dos aspectes que fins ara es tenien en consideració. Per una banda, la independència respecte el temps que l'espècie dur establerta en una regió en concret; i per l'altra, el tipus d'hàbitat ocupat. D'aquesta manera, s'elimina l'exigència que es tracti d'espècies d'introducció recent, i la necessitat que l'espècie ocupi ambients no humanitzats per tal que sigui considerada com a invasora, necessitat que òbviament resulta limitant ja que la majoria d'espais dels països europeus es troben alterats per l'ésser humà d'alguna manera. Igualment, la canya està considerada per la UICN³ una de les 100 més perilloses i nocives invasores a escala mundial per la seva capacitat de desplaçar la vegetació nativa.

La importància de l'estudi de l'*A. donax* va estretament lligada a la rellevància que tenen els boscos de ribera tant pel que fa als processos ecològics com per l'elevada quantitat de funcions que desenvolupen (cal tenir en compte que són aquestes comunitats les que es veuen més afectades per l'expansió de l'*A.*

¹ Planta introduïda abans de l'any 1500d.C.

² Castellà caña común o caña brava. Anglès: Giant reed o giant cane. Francès: Canne de Provence. Italià: Canna comune.

³ Unió Internacional per a la Conservació de la Naturalesa creada el 1948. Agrupa diversos estats, agències governamentals, ONG's, agències afiliades i científics i Experts d'arreu del món. L'objectiu de la UICN és influir, estimular i recolzar a les societats d'arreu, amb l'objectiu de mantenir la integritat de la naturalesa i assegurar el seu ús equitatiu i ecològicament sostenible dels recursos naturals.

donax). La canya té la capacitat d'alterar en un període de temps relativament curt els valors com a hàbitat natural d'un bosc de ribera.

Les espècies autòctones presents als boscos de ribera són capaces de recuperar-se després d'una crescuda extraordinària del riu. És més, necessiten aquesta pertorbació per al seu establiment. Tanmateix, aquest element imprescindible per el desenvolupament dels sistemes riparis els fa a la vegada vulnerables a la invasió de les espècies exòtiques. En aquest sentit, Malanson (1993) apunta que les avingudes són tant un motiu de pertorbació com un element imprescindible pel bon desenvolupament de la vegetació de ribera. La vegetació autòctona té mecanismes per restablir-se ràpidament després d'una pertorbació, com per exemple la reproducció de manera vegetativa a partir de les arrels o les branques disperses després d'una avinguda (Else, 1996). Tot i així, aquesta pertorbació permet, també, que la canya s'estableixi amb facilitat.

La majoria d'espècies invasores necessiten pertorbacions al medi resultants de l'acció humana per establir-se (Rejmánek, 1989). En canvi, *A. donax* aconsegueix també colonitzar espais no pertorbats o naturalment pertorbats (Rejmánek 1989). És a dir, no només es fa evident en zones on hi ha hagut la presència de l'home, sinó que també s'estableixen en ambients on només hi ha pertorbació natural.

L'*A. donax*, un cop present en un riu, pot ocupar grans extensions (Else, 1996) i monopolitzar el curs fluvial. Aquest èxit tant de creixement com d'expansió pot resumir-se en: la capacitat d'adaptar-se a qualsevol situació (avingudes, incendis,...), el fet que no serveix de refugi i/o aliment per les espècies autòctones i la falta de competidor a les àrees ocupades, normalment resultat d'algun tipus d'alteració o degradació. És prou competitiva com per desplaçar la flora autòctona i desestabilitzar la biota i el paisatge ripari natural.

Les comunitats d'*A. donax* han vist incrementada la seva superfície de manera exponencial als darrers anys. A manera d'exemple, la introducció d'espècies exòtiques, i especialment la canya, als EUA es tracta d'un factor ecològic que ha determinat el 49% de la pèrdua de biodiversitat. La canya americana ha estat el problema més seriós als drenatges de la costa del sud-est de Califòrnia al llarg de les últimes dècades fins a ocupar completament els cursos fluvials (Jackson et al. 1994, Bell 1998. Cal-IPC, 2009). I Catalunya no n'és una excepció. Degut a la forta pressió a la qual es veuen sotmesos els nostres cursos fluvials, la canya ha pogut expandir-se ocupant en alguns casos trams sencers de rius i rieres com és el cas del tram final de la riera de Vallvidrera abans de la seva desembocadura al Llobregat al tm de Molins de Rei (Baix Llobregat) o la riera de Rafamans al seu pas pel nucli urbà de la Palma de Cervelló (Baix Llobregat).

Aquest fet ha suposat múltiples intents d'eliminar-la, i en aquest sentit, és important tenir en compte que petites actuacions aïllades sobre la canya no en garanteixen la seva eradicació total. Degut a l'eficax sistema de propagació que té la canya, per tal d'eliminar-la s'ha de treballar de manera holística i a nivell de conca i entre les conques. I per tant, no eradicar completament la canya vol dir deixar una porta

oberta a recomençar el problema. No obstant, un punt de partida important en el llarg camí de la seva eliminació és conèixer profundament les seves característiques i comportament davant les diferents situacions, fet que proposem estudiar a continuació.

No existeixen gaires estudis que expliquin els processos d'invasió de la canya americana. Davant d'aquesta realitat cal tenir present que no podrà ser efectivament controlada fins que no s'entengui la seva naturalesa i el seu paper dins l'ecosistema (Else, 1996).

Actualment, però, a nivell de l'estat Espanyol, s'estan realitzant esforços en l'eliminació de la canya. Així doncs, des de TRAGSA⁴ tot just s'està engegant un pla per desenvolupar un conjunt de tècniques per a l'eliminació de la canya de rius i avaluar-ne els seus resultats. D'altra banda, des de l'ACA hi ha una línia de subvencions anuals destinades a la realització d'actuacions de gestió, conservació i recuperació d'espais fluvials, on sovint s'inclouen tasques de retirada de la canya d'espais riparis.

1.1 Boscos de ribera

Abans d'endinsar-nos en una descripció exhaustiva de la naturalesa de la canya i dels processos de degradació que desenvolupa, és interessant fer una petita aproximació a les comunitats de ribera i a la seva rellevància. Eliminar la canya no només vol dir "eliminar", sinó que porta implícit la recuperació⁵ dels boscos de ribera autòctons i les seves funcions.

A més de conèixer els afectes negatius que comporta la presència de grans comunitats d'*A. donax*, cal tenir present des de l'inici què és el que estem cercant o quina realitat és la que volem aconseguir amb les tasques d'eliminació d'aquesta espècie en els sistemes riparis: un bosc de ribera autòcton i madur.

Un bosc de ribera ben desenvolupat té efectes sobre una multitud de característiques de naturalesa ben diferent. Intentant fer un llistat de les principals funcions que desenvolupa un bosc de ribera ben desenvolupat i seguint el criteri exposat per Godé (2008) es podrien anomenar les següents:

- Protecció física de la ribera: la cobertura que confereix el bosc de ribera sobre els seus marges és de vital importància per a la prevenció de la seva erosió. Un curs fluvial desproveït de vegetació és totalment vulnerable a qualsevol tipus d'avinguda per petita que sigui. La majoria d'espècies autòctones que podem trobar als nostres rius estan adaptades a fenòmens de crescuda del nivell de l'aigua, per tant, per una banda tenen un bon sistema radicular que fixa el terreny i per l'altra presenten una

⁴ Grup Tragsa d'empreses públiques actua com a medi propi instrumental de les administracions.

⁵ Recuperar significa retornar a l'estat originari un sistema. En molts casos aquest fet és impossible ja que l'acció de l'home no és reversible (ocupació de la llera, urbanització, construcció de defenses als marges dels cursos fluvials,...). En tot cas té més sentit el concepte millora de la qualitat ecològica dels sistemes fluvials, i restabliment o rehabilitació de les principals funcions ecològiques del sistema.

estructura flexible que els permet doblegar-se amb el pas de l'aigua aconseguint una protecció de la base del curs fluvial a la vegada que presenta una resistència molt baixa al pas de l'aigua.

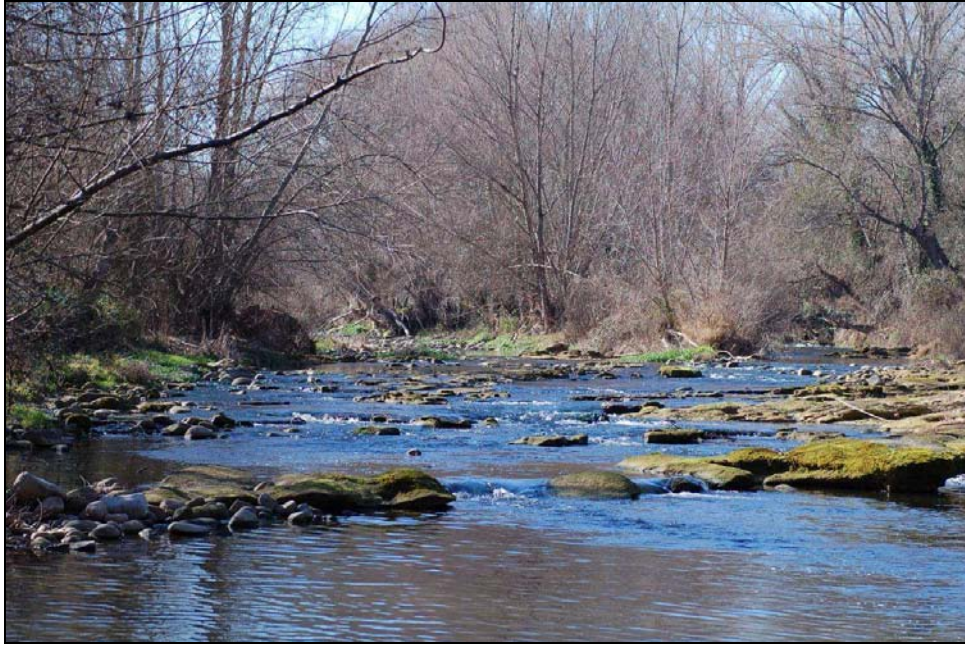


Imatge 1. Salzedes a Tuixent (Alt Urgell). Font: Naturalea Conservació,sl

- **Ombratge de l'aigua:** la presència d'una comunitat ben desenvolupada i gràcies al cicle anual de la vegetació, permet la regulació de la insolació a la llera i per tant evita que es produeixin desequilibris tròfics per sobreescalfament de l'aigua.
- **Augment de la qualitat de l'aigua:** es tracta d'un filtre natural molt efectiu per a la captació de nutrients, matèria orgànica i altres possibles contaminants. En zones agrícoles exerceix una clara funció d'eliminació de nitrats i fixació de fosfats. Regulen l'escolament⁶ i afavoreixen la infiltració i la recàrrega dels aqüífers al·luvials.
- **Corredor biològic:** es tracta d'una estructura lineal que serveix de corredor natural ajudant a la dispersió i desplaçament de la fauna i guiant la fauna terrestre i aèria en les migracions. A més, és el punt d'intercanvi entre l'ecosistema terrestres i l'aquàtic.
- **Refugi de fauna:** el cicle biològic de moltes espècies de fauna depèn en bona part del bon estat de conservació del bosc de ribera per tal de refugiar-se i obtenir aliment. Tanmateix, l'aport de fullaraca i branquillons afavoreix la creació de microhàbitats aquàtics en la làmina d'aigua.
- **Regulació de les avingudes:** la vegetació de ribera contribueix a la dissipació de l'energia del corrent i per tant a esmorteir l'impacte. La vegetació incrementa la rugositat del terreny i frena la força erosiva de l'aigua tot reduint-ne la velocitat. Cal tenir present però, que en certs casos el fet de frenar la velocitat de l'aigua pot comportar desbordaments degut a la disminució del cabal i per tant a l'augment del nivell de la làmina d'aigua. Per altra banda, el possible arrencat i arrossegat de restes vegetals presents a la llera pot comportar la creació de turbulències i erosió aigües avall.

⁶ Coeficient d'escolament: relació entre l'aigua caiguda en una conca i l'aigua que flueix pel riu fora d'aquesta (Prat et al. 2008)

- **Paisatge i aspectes socials:** el bosc de ribera caducifoli es diferencia clarament del paisatge perennifoli que ocupa la resta de territori. Aquest mosaic d'ambients propi de casa nostra té un interès molt important a nivell paisatgístic. Tanmateix, el bosc de ribera és un espai de lleure ombrívol amb un gran potencial per a activitats d'educació ambiental.



Imatge 2. Riu Ter a Salt (14/02/07). Font: Naturalea Conservació,sl.

1.2 Característiques de la canya americana (*Arundo donax*)

1.2.1 Taxonomia i descripció general

A. donax és una canya alta i perenne que sol créixer a zones amb disponibilitat d'aigua elevada i està considerada una planta aquàtica emergent (Cook 1990). Pel que fa a la taxonomia pertany al regne Plantae, Divisió Magnoliophyta, Clase Liliopsida, Subclase Commelinidae, Ordre Poales, Família Poaceae, Subfamília Arundinoideae i Gènere *Arundo*.

Morfològicament parlant és similar al canyís (*Phragmites australis*) tot i que és molt més llarga i d'aparença més robusta (DiTomaso i Healy, 2003).



Imatge 3. Canyís (*Phragmites australis*) al Delta de l'Ebre.
Font: Naturalea Conservació sl.



Imatge 4. Canya a la riera de Rafamans a la Palma de Cervelló (Baix Llobregat) (6/08/07).
Font: Elaboració pròpia

La canya, de creixement monopodial, es desenvolupa en grans i densos nuclis arribant a tenir una densitat de 80 canyes/m² i una alçada que en bones condicions pot superar els 9-10m. La tija, buida a l'interior i amb unes parets d'entre 2 i 7mm de gruix, és d'un color verd pàl·lid. Pot arribar a fer entre 1 i 4 cm de diàmetre i normalment aconseguir el màxim gruix durant el segon any de creixement. Les fulles de color verd-blavós, de fins 1m de llargada i acabades en punta envolten la tija amb la base en forma de cor (Cal-IPC, 2009). La inflorescència és en forma de panícula del voltant dels 40-60cm de llargada ramificada i amb les branques inferiors fasciculades. Les llavors es dispersen mitjançant l'aire, però està demostrat que l'*A. donax* no produeix llavors viables en molts dels territoris on ha estat introduïda (Perdue 1958). La canya pot restar verda durant tot l'any però sovint s'asseca durant els mesos d'hivern (semi-inactivitat) o en moments de sequera (Cal-IPC, 2009).

Es pot classificar la canya amb el xenotip⁷ *metàfit hemiagriófit*, que es defineix com a *espècie naturalitzada en hàbitats seminatural, és a dir, sotmesa a una moderada influència de l'activitat humana, per exemple, pastoreig entre d'altres*.

⁷ Tipicació que pretén englobar l'estat de la població i les característiques de l'hàbitat.

Cal destacar el paper que podria tenir la canya en zones amb un índex de contaminació alt. S'ha demostrat que la canya pot créixer en aquestes zones sense que el seu desenvolupament se'n vegi afectat (Papazoglou 2006). Concretament Papazoglou va estudiar l'afectació d'una alta concentració de Cd i Ni al sòl. Com a conclusió, l'estudi reflexa la possibilitat que la canya pugui ser utilitzada en zones contaminades per metalls pesants amb la finalitat de produir biomassa per a la producció d'energia (aquest tema serà desenvolupat més endavant).

Les preferències de condicions ecològiques de la canya són extenses. Es pot trobar en zones sorrenques, en graves i en zones amb elevada humitat, des d'aigua continental fins a zones semi-salines o aigües salobres. Tot i que es tracti d'un hidròfit i per tant necessiti l'aigua per establir-se, s'ha pogut comprovar en diversos indrets (comunicació verbal) que la canya no pot créixer en zones on existeixi una làmina d'aigua permanent. Un cop establertes el requeriment hídric disminueix i per tant es fan més competitives. D'altra banda, és difícil trobar la canya en indrets amb hiverns durs o gelades freqüents, o en zones ombrívols sota les capçades de grans arbres.

1.2.2 Característiques del creixement de l'*A. donax*

D'entrada es podria pensar que el creixement de la canya està clarament influenciat per la presència de nutrients, aigua i falta de vegetació que hi competeixi. Tot i així, diversos estudis realitzats recentment contradiuen en part alguna d'aquestes afirmacions.

Les prediccions del creixement de la canya s'han basat en l'acumulació de graus-dia (Fitter i Hay 2002; Thornley i Johnson, 1990). Aquest fet es corrobora en un estudi realitzat per D.F. Spencer et al. (2006), en el qual es va comprovar que l'aparició de rebrots de canya i el seu creixement està influenciat per la temperatura i no per la quantitat de nutrients del sòl, excepte en sòls molt humits en què la fertilització si que té un efecte directe en la creació de biomassa.

Cal tenir present que els fragments de rizoma poden estar dessecats durant diversos mesos sense perdre la capacitat d'emetre arrels un cop tornen a estar hidratats (Sanz Elorzán et al., 2004). Altres estudis van demostrar, després de treballar amb diferents fragments de rizoma, que els rebrots de canya no estaven relacionats amb el grau d'humitat. (Else, 1996) Segons el mateix estudi, els rizomes van poder brotar fins el dia 26 de tractament (sense cap reg), en el qual havien perdut el $59.5 \pm 2.6\%$ del seu pes inicial o el 40.5% de la humitat. Pel que fa a les tiges, es va demostrar que podien rebrotar tot i haver perdut el 32% de la humitat. Un cop comparades aquestes dades amb altres rizomes que havien estat regats cada dos dies, van observar que la quantitat de rebrots de canya no era significativament diferents respecte els rizomes no regats.

Una altra experiència interessant en el llarg camí de conèixer profundament la naturalesa i comportament de la canya va ser el de comprovar la capacitat de rebrotada en funció de la profunditat en què un rizoma es veu enterrat. Es va concloure que fins a la profunditat de 1m el rizoma (independent de la mida del fragment de rizoma i la humitat) no perd la seva capacitat per a rebrotar. L'experiència consistí en enterrar diferents fragments de rizoma a 10, 50 i 100cm. El rizoma enterrat a 100cm va emergir aproximadament 32 dies després que l'enterrat a 10cm, un cop passat 120 dies però, la canya resultant del rizoma més enterrat tenia un índex de creixement molt superior als rizomes enterrats a 10 i 50cm (inclòs la part subterrània) i el nombre de rebrots era superior. En canvi, la diferència entre el rizoma enterrat a 50 i a 10cm no era significativa. Lluny d'evitar el creixement de la canya, enterra-ho a grans profunditats semblava proveir a la planta de millors condicions pel seu creixement. En el mateix experiment, algunes de les canyes plantades a 10 i 50cm van morir, en canvi, aquelles enterrades a 100cm van sobreviure totes. (Else, 1996) Aquest fenomen pot explicar que en moments d'avingudes en què fragments de rizoma i canyes es veuen arrossegats i sepultats aigües avall per una capa gruixuda de sediments i material vegetal, siguin capaços de rebrotar sense gaires dificultats. En aquest escenari, *A. donax* pot anar colonitzant una comunitat madura a partir de pertorbacions naturals (Else 1996)

Referent el moment de màxim creixement de la canya al llarg de l'any, segons un estudi realitzat a la Universitat de Califòrnia per Thornby et al. (2007), la fase de creixement màxim de l'*A. donax* és entre els mesos de juliol i octubre. D'altra banda, segons Decruyenaere i Holt (2001) i Dudley (2000), aquesta l'època és entre la primavera i l'estiu. Tot i que el marc d'aquests estudis és a Califòrnia, segons el lloc exacte d'estudi (condicions microclimàtiques, geomorfològiques,...) aquest període de màxim creixement pot variar. Durant aquest moment de màxim desenvolupament, la canya pot arribar a créixer uns 0.7m per setmana o 10cm per dia, convertint-se en una de les espècies mundials amb un índex de creixement més elevat.

Si hom observa amb atenció diversos nuclis de canya podrà distingir a primera vista aquells que tenen més d'un any dels que en tenen menys. Això és degut a que durant el primer any les canyes són individuals, és a partir el segon any quan es poden trobar canyes ramificades (Cal-IPC, 2009). La mort de l'àpex pot ser un dels motius per a la producció de ramificacions a partir del segon any de vida.

1.2.3 Sistemes de reproducció i dispersió

El sistema rizomatós de la canya consisteix en una carnosa i compacta massa de rizomes de la qual en sorgeixen arrels fibroses que penetren profundament dins el sòl. Un cop establerta, *A. donax* forma extenses i denses masses de rizoma reproduïdes asexualment i per tant la seva expansió depèn de la producció de nous rebrots de rizomes, que està quantificada en 0.5m²/any. Les arrels es produeixen al llarg de tota l'estació de creixement a partir dels rizomes grans.

Tal i com s'ha comentat anteriorment, les llavors de l'*A. donax* en molts dels territoris on ha estat introduïda no són viables. No se sap del cert perquè succeeix tot i així Bhanwra (1988) apuntà que a l'Índia la reproducció a partir de llavors era pobre degut a la manca de la meiosi a la majoria dels òvuls.

Per tant, el principal mètode de propagació de l'*A. donax* és a partir de la dispersió de fragments de rizoma (Bell, 1993). Encara que la capacitat de rebrot de la tija de la canya no s'ha de menysprear (una tija, per petita que sigui, amb brots auxiliars intactes pot tornar a rebrotar). La canya situada dins a cursos fluvials té les avingudes com a aliat per aquesta propagació. La mateixa força de l'aigua provoca la pertorbació necessària per trencar la secció de rizoma de la planta mare i a la vegada actua com a agent dispersor arrossegant els fragments aigües avall (Else, 1996). Pel que fa als rizomes arrencats, aquests tenen menys possibilitats d'èxit com més alta sigui la relació superfície/volum, és a dir, fragments de rizoma llargs i fins no tenen massa viabilitat.



Imatge 5. Rizoma no enterrat que conserva les capacitats de rebrotar (13/06/08).
Font: Elaboració pròpia

Si comparem la capacitat de reproducció vegetativa de l'*A. donax* respecte la vegetació autòctona de ribera (*Salix sp.*, *Populus sp.*), la canya supera clarament la capacitat de la resta (Else 1996). Segons el mateix estudi, del nou establiment d'*A. donax*, el 57% és a partir de porcions de rizomes arrencats i transportats, el 33% a partir de la part aèria de la canya i el 7% restant els va ser impossible d'identificar. També comenta que a diferència de la vegetació autòctona present, de la qual se'n troben forces exemplars morts, el nombre d'individus de canya morts és insignificant, fet que es pot explicar degut a que en moments de crescuda del nivell de l'aigua, aquesta se'ls endur aigües avall i per tant no resten visibles a la zona.

Per altra banda, les plantes autòctones s'estableixen mitjançant el vent al llarg de les dues direccions en un curs fluvial ja que la seva reproducció és bàsicament sexual. La dependència de la reproducció vegetativa suposa una limitació a la canya ja que només permet la seva distribució aigües avall (excepte en els casos en que hi ha l'acció de l'home). No obstant, les plantes autòctones també tenen dificultats

per establir-se ja que només poden reproduir-se en zones no vegetades, on no es pateixi estiatge, i si no hi ha enterrament de la llavor en profunditat en moments de crescudes. El fet que l'*A. donax* no es vegi afectada per aquestes situacions contribueix a la més ràpida colonització dels espais per la canya que per la resta d'espècies autòctones dels sistemes riparis.

1.3 Impactes causats per l' *A. donax*

Un cop definides les característiques de la canya *per se*, és important traspasar-les en el context d'un indret com el de casa nostra on esdevé una espècie invasora i per tant clara responsable de la modificació dels valors naturals propis dels sistemes riparis.

El paper dels boscos de ribera autòctons pot definir-se des d'un punt de vista multifuncional, ja que presenta implicacions hidrogeològiques, ecosistemàtiques i socioeconòmiques (Sánchez i Boada 2004). L'actual expansió de l'*Arundo donax* al nostre territori comporta un conjunt d'impactes sobre els tres nivells esmentats.

1.3.1 Desplaçament de vegetació i fauna autòctona

Arundo donax ocupa espais degradats amb molta facilitat i amb una elevada rapidesa, impedit que les espècies autòctones puguin reaccionar i recolonitzar els espais després d'una pertorbació. L'elevada densitat que té la planta dificulta qualsevol tipus de coexistència amb altres espècies, impedeix la penetració de la llum a l'interior dels nuclis i per tant impossibilita el creixement de qualsevol altra espècie al seu voltant.

El fet de modificar la vegetació pròpia dels ambients riparis té un efecte directe en la fauna associada, modificant els nivells tròfics intermitjos i per tant afectant a la cadena tròfica. En aquest sentit, hi ha una disminució de les preses invertebrades disponibles, reduint d'aquesta manera l'aliment per a animals que centren la seva dieta en insectes presents als boscos autòctons (A.M. Herrera i T.L. Dudley, 2003). Segons Herrera i Dudley (2003), la diversitat d'espècies d'invertebrats aeris associats a comunitats d'*A. donax* és al voltant de la meitat de la riquesa d'espècies associades a la vegetació autòctona d'una zona.

L'ornitofauna és una molt bona indicadora de l'estat dels ecosistemes i per tant de l'estat de conservació dels rius i de la seva vegetació associada. Així ho demostra l'*Informe relatiu a la interacció ornitofauna – treballs de neteja de lleres. (Consorti del Besòs 2003)*⁸ realitzat per Naturalea Conservació, que indica que en ambients de ribera, l'ornitofauna té tendència a escollir l'esbarzer en comptes de la canya

⁸ Estudi realitzat en el marc de les neteges de la llera de la Conca del riu Besòs durant la tardor del 2003. En ell es fa una relació de les espècies d'aus presents en ambients de canyars i com els afecta les neteges amb l'objectiu de millorar els procediments d'aquestes actuacions i minimitzar així el seu impacte.

americana. És només en ocasions puntuals quan la canya pot aportar un espai de nidificació únic per espècies d'ambient fluvial, d'especial interès com el balquer (*Acrocephalus arundinaceus*) (Naturalea Conservació 2003). En el mateix sentit, un estudi realitzat a la Universitat de San Diego als EUA, reflexa que l'*A. donax* no té l'estructura necessària per tal que les aus de ribera puguin niar-hi (Else, 1996). Per altra banda, no és estrany trobar alguna família de polles d'aigua (*Gallinula chloropus*) refugiant-se en les extenses i denses mates de canya en zones on aquestes han desplaçat totalment la vegetació autòctona i per tant esdevenen l'únic refugi existent. En aquest cas i tenint en compte que no hi ha cap alternativa millor la canya pot esdevenir un refugi de fauna per algunes espècies d'animals.

1.3.2 Modificació de les característiques ecològiques dels ambients de ribera

A. donax, a diferència dels boscos de ribera autòctons amb salzes (*Salix sp.*), àlbers (*Populus alba*), verns (*Alnus glutinosa*), freixes (*Fraxinus sp.*) o avellaners (*Corylus avellana*), entre d'altres, no proporciona la cobertura aèria necessària per proporcionar ombra als ambients dels marges dels rius, fet que fa augmentar la calidesa de l'aigua. Aquest augment de la temperatura de l'aigua provoca una disminució dels nivells de concentració d'oxigen i per tant produeix un canvi en les condicions de l'hàbitat que comporten una disminució de l'abundància i diversitat d'animals aquàtics, inclòs peixos (Dunne i Leopold, 1978). Igualment, el fet de disposar de més llum fa que augmenti l'activitat fotosintètica de les algues i per tant afecta el nivell d'eutrofització de les aigües (amb les conseqüents variacions del pH). En cursos fluvials amb un gruix de la làmina d'aigua elevat, aquest fenomen no afecta tan directament a les modificacions de l'hàbitat. És en canvi, en aquelles zones amb presència d'una làmina fina d'aigua on es poden detectar de manera més evidents els efectes de l'increment de temperatura. Tanmateix, els pH elevats faciliten la conversió total de l'amoníac a la forma tòxica desionitzada, fet que empitjora encara més la qualitat de l'aigua per a les espècies presents en el sistema i pels usuaris d'aquestes aigües (Chadwick i Associates, 1992).



Imatge 6. Riu Mogent. La canya després d'una riuada és arrencada. (29/01/2007)
Font: Naturalea Conservació, sl.

1.3.3 Modificació de cursos fluvials i creació de taps a la llera de rius i rieres

El gran volum de canya morta, arrencada o despresa dels talussos, dipositada al llit de rius, rieres i torrents, és arrossegada en episodis d'avinguda, quedant obturada en ponts i passos subterranis, limitant la capacitat de desguàs i provocant importants desbordaments dels cursos d'aigua. Aquest fet pren important rellevància en els cursos fluvials situats prop d'assentaments urbans.

Altres canyes autòctones com el canyís (*Phragmites australis*) són capaces de tombar-se durant una avinguda i tornar-se a aixecar un cop baixa el nivell de l'aigua sense veure's massa afectada, i per tant no exerceixen una gran resistència al pas normal de l'aigua. L'*A. donax*, en canvi, es trenca o s'arrenca fàcilment del sòl en moments d'augment de la velocitat de l'aigua degut a la poca flexibilitat que presenta. Així doncs, podem afirmar que la canya interfereix en els mecanismes de gestió i control de les crescudes (Bell, 1997), arribant a dipositar-se formant una barrera transversal al curs fluvial, fet que genera problemes en la dinàmica normal del riu (Else 1996).



Imatge 7. Riera Vallvidrera a Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental). La gran quantitat de canya obtura el pas de l'aigua. (20/02/08). Font: Elaboració pròpia.



Imatge 8. Riera Sant Cugat a Cerdanyola del Vallès (Vallès Occidental). La canya arrossegada per la riera s'acumula en aquest gual. (25/03/09)
Font: Elaboració pròpia.

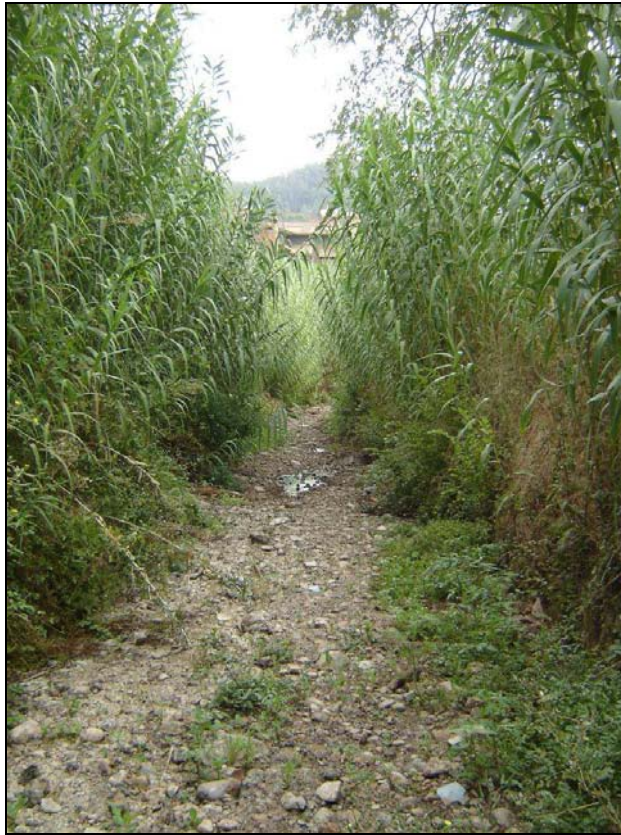
Aquesta problemàtica s'agreuja a Catalunya, on hi ha una elevada pressió als cursos fluvials, els quals han vist molt reduïda la seva secció per a la construcció de ponts amb una secció de pas sovint infradimensionada i l'edificació als marges de les rieres i torrents. Aquesta reducció de la secció juntament amb el règim hídric torrencial al que estem sotmesos fa que els torrents resseguits per una extensa massa de canya siguin punts molts susceptibles a patir desbordaments. També és de gran importància la reducció de pas que implica la presència de canya als dos marges d'una sèquia i els afectes negatius que comporta pels agricultors.

1.3.4 Elevat consum hídric

El consum d'aigua d'aquesta espècie és molt superior al d'espècies autòctones de ribera, fet que agreuja l'escassetat d'aigua existent a molts dels rius, rieres i torrents del nostre territori en les èpoques d'estiatge.

No hi ha massa bibliografia referent al consum hídric de la canya, tot i així, segons Gaugh, et al. (2005) en un estudi realitzat a l'espai natural de Cuatro Ciénegas a Mèxic, els càlculs preliminars indiquen que *A. donax* pot arribar a utilitzar 20 vegades més aigua que la vegetació autòctona. D'altra banda, segons Bell (1997), en un estudi realitzat a la Vall del riu Santa Margarita a Califòrnia, l'extracció de la canya *A.*

donax en una superfície de 405ha i la posterior revegetació amb espècies autòctones, permet estalviar l'aigua equivalent a la de una superfície de 9000Ha, el que equival al consum de 20.000 persones d'una àrea urbana.



Imatge 9. Riera de Rafamans a la Palma de Cervelló (Baix Llobregat). La canya ressegueix els dos marges de la riera en el seu tram urbà (6/08/07).
Font: Elaboració pròpia

1.3.5 Inestabilitat de talussos

Inicialment es podria pensar que el recobriment vegetal dels talussos per part de la canya evitaria qualsevol tipus d'erosió ja que protegeix totalment el sòl. Les referències sobre la canya per tal d'estabilitzar sòls són molts presents en la literatura nord americana on aprofitaven el seu ràpid desenvolupament per tenir una protecció immediata del terreny.

No obstant, s'ha demostrat que a la llarga en molts talussos (sense la necessitat de tenir pendents molt elevats), el propi pes de la massa vegetal, tant la gruixuda capa de rizomes com la llarga part aèria, provoca desprendiments i deixa el terreny exposat a tot tipus d'erosió o pèrdua de sòl.

1.3.6 Problemes de plagues

Cal no obviar els problemes de plagues que comporta qualsevol ambient monoespecífic. A més, el desplaçament de la vegetació autòctona que comporta la canya implica una pèrdua d'hàbitat per la fauna, especialment en els ambients riparis.

Els ambients de ribera amb una elevada presència de *A. donax* suposen una gran pèrdua de riquesa natural. Aquests monocultius són altament susceptibles a les malalties, alteren la dinàmica en el cicle de nutrients i contribueixen a la inestabilitat de l'ecosistema (Mitchell, 2002).

1.3.7 Incendis

La canya és molt inflamable i per tant representa un factor de risc sobretot en els ambients eixuts del nostre territori.

La majoria d'incendis d'origen antròpic tenen lloc durant els mesos d'estiu, moments en que la disponibilitat hídrica és baixa fins i tot en àmbits fluvials. Les denses masses d'*A. donax* incrementen la possibilitat de que hi hagi incendis intensos i vigorosos.

Després d'un incendi on la part aèria ha quedat cremada, els rizomes, els quals no s'han vist afectats, tenen la capacitat de rebrotar ràpidament i tornar a ocupar altra vegada tot l'espai. A més, degut a l'incendi, la canya podrà ocupar tot aquell espai que albergava vegetació autòctona (incapaç de tornar a colonitzar l'espai tan ràpidament com ho fa la canya) i que en veure's pertorbat deixa una zona fàcilment ocupable. Segons un estudi realitzat a Califòrnia durant el 2003, una situació inicial en que el 65% de la cobertura vegetal d'una zona era d'*Arundo donax* i el 20% d'espècies autòctones, al cap d'un any d'un incendi forestal, la cobertura de la canya passava a ser del 45% però la cobertura d'espècies autòctones estava prop del 0% (Cal-IPC, 2009).

1.3.8 Impacte paisatgístic

La canya *Arundo donax* tendeix a ocupar tota la superfície disponible, especialment si són àrees sense vegetació o amb vegetació baixa. En molts ambients riparis dins de Catalunya, trobem grans extensions de canya a marge i marge del curs fluvial que han substituït els boscos de ribera autòctons i han creat ambients totalment monoespecífics.

Per una banda, la canya crea una barrera a l'hora d'apropar-se als cursos fluvials degut a la seva densitat i distribució lineal al llarg dels marges del riu. Per altra banda, el fet que desplacin els bosc de ribera autòcton fa que s'elimini totalment la típica estampa d'aquests espais i amb ella l'ombra que aquests generen i que confereix un ambient fresc apte per a passejades o estades. En aquest sentit, el

principal problema que genera la canya és la desvinculació de la població amb els ambients de ribera, tan important per a entendre aquests espais com a un element a preservar i no com a espai marginal amb el qual s'hi pot *viure d'esquena*.

1.3.9 Gran cost de manteniment o dificultat d'eliminació completa

Per últim, el gran cost de manteniment i la dificultat d'eliminació de la canya, és un important impacte indirecte al medi. Els costos ambientals i econòmics de l'eliminació completa de la canya (tant per mètodes físics com químics) són molt elevats.

No és senzill eliminar completament la canya d'un medi. Si no s'extreu completament la part aèria i la subterrània de la planta o s'elimina el 100% la seva capacitat de rebrotar, aquesta torna a créixer amb facilitat. Així doncs, és necessari fer un manteniment constant i costós per tal d'evitar que torni a aparèixer en el medi. Cal tenir present que el creixement de la planta és molt gran de primavera a tardor, èpoques en les quals, com ja hem comentat, pot arribar a augmentar la seva longitud en més d'un metre al mes.

2. Objectius

Partint de la situació exposada als apartats anteriors referent a les característiques de la canya i tenint present la importància de l'afectació que representa a múltiples nivells s'han definit els següents objectius:

Objectiu general:

Estudiar diferents tècniques per a l'eradicació de la canya basant-nos en l'augment de l'eficiència i la minimització d'impactes al medi

Objectius específics:

- Estudiar les característiques de l'*Arundo donax* i el seu impacte en el medi
- Recopilar informació de les diferents tècniques d'eliminació de l' *A. donax* existents o realitzades fins avui en dia.
- Proposar i analitzar noves tècniques per a l'eradicació de la canya que augmentin l'eficiència en les múltiples realitats dels sistemes riparis catalans i disminueixin l'impacte causat al medi.
- Comparar les noves tècniques proposades.
- Introduir aspectes relacionats amb la restauració del medi afectat per les tasques d'eradicació de l' *A. donax* i apuntar diferents tècniques de restauració

3. Recull de les tècniques per a l'eliminació de l'*A. donax*

L'*A. donax*, com ja s'ha explicat, causa un seguit d'impactes al medi, en especial als espais riparis. El recull bibliogràfic realitzat en els apartats anteriors ens ajuda a entendre la importància que té la eliminació d'aquesta espècie a casa nostra i justifica els esforços que s'estan realitzant per tal de conèixer-la millor i reduir-ne el seu impacte.

A continuació, s'explicarà, en un primer apartat, les tècniques d'eliminació de la canya ja conegudes i estudiades fins avui en dia. A partir d'aquí, i agafant aquestes tècniques com a base, s'aprofundiran aspectes de les tècniques conegudes i s'aportaran noves experiències per tal contribuir en la recopilació de coneixement que ens permeti conèixer més profundament l'*A. donax* i per tant faciliti les tasques d'eliminació.

3.1 Consideracions prèvies en les tasques d'eradicació d'*A. donax*

Previ a començar a analitzar les diferents tècniques d'eradicació de la canya cal tenir present diversos conceptes comuns a totes les tècniques que permetran que l'acció aconseguixi l'èxit desitjat.

- Començar l'eradicació de la canya a les capçaleres del riu i a continuació treballar aigües avall.

És de vital importància actuar seguint aquest criteri ja que els esforços d'eliminació de l'*A. donax* en un tram mitjà o baix del curs fluvial poden deixar de tenir els resultats desitjats si es produeix una situació de crescuda del nivell de l'aigua, en la qual s'arrossegueu fragments de canya situats aigües amunt del punt d'actuació, essent dipositades de nou a la zona ja restaurada. Fet que implica recomençar altra vegada el problema de creixement de l'*A. donax*. Actuacions aïllades poden minimitzar la presència de la canya en una riu o conca, però mai s'aconseguirà l'eliminació completa de l'espècie.

No sempre és possible actuar d'aquesta manera, doncs no tots els trams d'un curs fluvial són competència del mateix organisme públic, el qual decideix si és o no prioritat una actuació d'aquest caire al seu municipi, consorci de municipis, Parc Natural, etc. Per tant és necessari treballar a nivell transmunipal i multinivell per tal d'obtenir bons resultats en aquest sentit.

- Actuar amb decisió en les primeres etapes de la invasió

En una situació com la de Catalunya en què molts trams mitjà i baix dels cursos fluvials hi ha l'*A. donax* introduïda i ocupant grans extensions, és important prioritzar en tot moment l'eliminació o control d'aquells nuclis que poden desencadenar l'entrada de la canya en zones on no hi era, per tal d'evitar que aquesta segueixi ocupant més terreny. És a dir, actuar per tal d'evitar que pugui colonitzar altres espais sobretot si es tracta de zones naturals en bon estat de conservació. Per tant, com a prioritat cal controlar

en primer lloc els focus d'invasió més immediats, fragmentant les poblacions pont i successivament els focus originals.

- Escollir l'època de l'any

Cal escollir la millor època de l'any, per una banda, per tal aconseguir els millors resultats en l'eliminació de l'espècie i, per altra, per minimitzar l'impacte que es pugui ocasionar a la fauna i flora present a la zona. Per exemple, l'eradicació de la canya no ha de dur-se a terme durant els mesos de nidificació de les aus. Tot i que està comprovat que l'*A. donax* no és un refugi de fauna comú, en zones on no hi ha cap alternativa podria ser-ho i per tant podríem afectar la poca fauna present.

- Monitoritzar l'efectivitat de qualsevol tractament d'eliminació de la canya i fer-ne un seguiment de com a mínim uns 5 anys

Actualment ens trobem en una situació en que des de l'Administració es dediquen recursos públics al control de l'*A. donax* als espais fluvials. Tot i així, no tenim encara coneixement suficient relacionat amb el comportament de la canya davant diferents situacions de pressió. En aquest sentit, després de tota actuació relacionada amb el control d'aquesta espècie invasora és interessant dur a terme un seguiment i control exhaustiu dels resultats. És important anar recopilant aquest seguit de dades de cara a conèixer profundament la naturalesa de canya i per tant la millor manera d'eliminar-la.

- Protegir la superfície afectada per l'eliminació de la canya en front de l'erosió

Com ja hem comentat en anteriors apartats, un cop s'elimina la canya d'un indret queda una superfície denudada exposada a qualsevol tipus de pertorbació. No només l'absència de vegetació pot comportar una ràpida recolonització de la zona per la canya o altres espècies de caràcter invasor molt més eficaces en la colonització de nous espais, sinó que queda un espai exposat a qualsevol tipus d'erosió per part del mateix curs fluvial, aigua d'escorrentiu superficial, fenòmens atmosfèrics,... que poden comportar una pèrdua de sòl i fer impossible o molt més costosa la recuperació posterior de la zona afectada.

És per aquest motiu que és necessari protegir el sòl resultant. Encara que la revegetació de l'espai (sembla d'herbàcies o plantacions) sigui la forma més comuna de protegir un sòl, hi ha altres tècniques que combinades poden donar molt més bons resultats (xarxa orgàniques del control de l'erosió, rotllos estructurats en fibra per a la protecció dels marges,...)⁹.

- Educar a la població referent a la vegetació invasora i els efectes de la seva propagació, tot encoratjant a la participació

Encara avui la utilització de la canya està força estesa. A les zones d'horta (marginals o no) situades normalment prop de cursos fluvials per aprofitar-ne l'aigua, no és estrany veure-hi nuclis d'*A. donax* que envolten el recinte. En molts casos són els mateixos hortalsans que les introdueixen per tal de tenir properes al lloc de treball canyes que, un cop assecades, els serviran per a lligar les tomaqueres o

⁹ Consultar annex 1

construir petites barraques per a guardar-hi les eines. Altres vegades, en recintes privats s'introdueix o es manté la canya com a pantalla visual que impedeixi veure l'interior del recinte.

Com a exemple, durant els treballs d'eliminació de la canya a la riera de Sant Cugat al municipi de Sant Cugat del Vallès (Naturalea Conservació, 2009), una hípica situada just al capdamunt dels talussos fluvials va demanar expressament a l'Ajuntament que no s'eliminés la franja de canya situada darrera les seves tanques que els separaven del riu per tal d'evitar que els cavalls poguessin enlluernar-se amb els fars dels cotxes que circulaven per l'altre marge de la riera. Són aquests casos on s'ha d'actuar de manera directa en la informació i educació de la població, explicant els motius de la retirada de l'espècie i ajudant a configurar alternatives, en aquest cas, per a la confecció d'una pantalla visual menys agressiva amb el medi. En el cas de Sant Cugat es va deixar la franja de canya demanada pels propietaris de l'hípica.



Imatge 10. Sant Cugat torrent Sant Crist (4/03/09). S'estan realitzant treballs de desbrossada de la canya excepte la que es pot veure a l'esquerra de la foto, degut a la demanda expressa dels propietaris de l'hípica present. La canya protegia els cavalls de ser enlluernats pels cotxes. Font: Elaboració pròpia.

3.2 Experiències d'eradicació de l'*A. donax*

En aquest apartat es realitzarà una breu descripció de les principals tècniques d'eliminació de la canya que s'han dut a terme tant a Catalunya com a la resta de zones de climes temperats i càlids on la canya hi és present. No es tracta d'una descripció exhaustiva de cada una de les tècniques (ja s'ha realitzat en altres estudis), sinó la intenció és contextualitzar la situació actual d'aquest tipus de treballs de cara a entendre més profundament la proposta de noves actuacions que ens ocuparà en els següents apartats i que és la base del present projecte.

Per tal de classificar les tècniques d'eliminació de la canya es seguirà el model definit per Español (2007), en l'Estudi sobre l'*Arundo donax* a Catalunya. Així la divisió de les diferents tècniques és: físiques, tèrmiques, biològiques i químiques.

3.2.1 Control físic

Les tècniques d'eradicació de la canya classificades com a físiques inclouen la desbrossada manual i la retirada de la canya i rizoma amb maquinària.

Com ja hem comentat amb anterioritat, el principal problema de la desbrossada amb màquines desbrossadores manual¹⁰, és que no comporta una eliminació immediata de la capacitat de rebrotar de l'espècie. La massa rizomàtica segueix conservant les seves propietats i si ens trobem dins un període de creixement rebrotarà de manera immediata. Es tracta d'una de les tècniques més utilitzades a Catalunya (Español, 2007) ja que no comporta una necessitat de recursos materials ni econòmics gaire elevats, respon a les necessitats immediates de retirar la canya d'un punt i es pot realitzar en qualsevol lloc independentment de l'accessibilitat. Aquesta tècnica a més, permet ser del tot curós a l'hora de discriminar la canya de la possible vegetació autòctona existent. En altres estudis s'ha comentat la possibilitat d'arrencar manualment la capa de rizoma. S'ha demostrat, però, en diverses experiències que només és possible si es tracta d'un nucli de canya de petites dimensions i molt acotat a l'espai, ja que en cas contrari els esforços humans necessaris són extremadament elevats i els resultats obtinguts poques vegades assoleixen el 100% d'efectivitat. No obstant, podem trobar exemples de retirada completa del rizoma de manera manual a la Vall d'Horta (P.N. Sant Llorenç del Munt i l'Obac) per un grup de voluntaris (2008).

Com que es tracta d'una tècnica amb un impacte baix al terreny i altament selectiva respecte la planta autòctona, en l'apartat número 4 s'analitzarà si hi ha la possibilitat d'eradicar la canya d'un indret mitjançant desbrossades periòdiques aconseguint d'aquesta manera desgastar totalment el rizoma a partir de perturbacions.

¹⁰ Les desbrossadores manuals permeten tallar la vegetació a ras de terra i treballar amb el cos recte. Consten bàsicament d'un motor de dos temps, acoblat a un sistema de tall i un element de subjecció a l'usuari que permet treballar de forma confortable i continuada. Per a la desbrossada de la canya és necessari un disc de trituració i mai un disc de fils ja que aquest no té prou força per a tallar-les i triturar-les.



Imatge 11. Operari amb una desbrossadora manual. Font: Barberà Promoció

Per altra banda, l'eliminació de la canya amb control mecànic utilitzant gran maquinària pot portar-se a terme mitjançant la desbrossada amb un tractor que incorpori un braç desbrossador (sempre i quan el terreny no tingui un desnivell pronunciat) que permeti trinxar la part aèria de la canya sense dificultats (tenint present que igual que la desbrossada manual no eliminarà totalment la capacitat de rebrotar) o una retroexcavadora que mitjançant la seva pala sigui capaç d'arrencar la capa de rizoma present al sòl. Cal tenir present que un cop realitzada l'actuació amb la retroexcavadora s'ha d'efectuar un repàs manual per comprovar que no queda cap fragment de rizoma al terreny.

L'arrencat de la canya i el rizoma amb una màquina retroexcavadora és una tècnica molt efectiva que permet la retirada completa i immediata de la canya en un indret. Té l'avantatge, a diferència de la retirada manual, que es poden assolir superfícies molt més extenses sense la necessitat de tanta mà d'obra. Tot i que en determinada literatura la classifiqui com a tècnica no selectiva per a la planta autòctona, es pot evitar malmetre aquesta vegetació fent un rastreig inicial de les espècies d'interès i eliminant manualment la canya del seu voltant. Deixant d'aquesta manera un espai on clarament es veu que s'hi ha actuat i per tant la màquina pot evitar el seu pas pel damunt. Cal tenir present, però, que un cop la retroexcavadora ha eliminat la canya, queda un terreny totalment exposat i remogut que pot ésser fàcilment reocupat per la canya o altres espècies invasores o d'autoecologia ruderal i a més és vulnerable fenòmens puntuals de crescuda del nivell de l'aigua. És per això que aquesta tècnica no es pot desvincular d'una posterior revegetació de l'espai.



Imatge 12. Retroexcavadora realitzant tasques de retirada de la canya i el rizoma. Font: Naturalea Conservació, sl.



Imatge 13. Màquina retroexcavadora realitzant treballs d'arrencat de la canya a la riera de Vallvidrera al tm de Sant Cugat del Vallès (Vallès Occidental) (7/01/09). Font: Elaboració pròpia.

El principal problema d'aquesta tècnica és la producció de residus tan elevada que comporta; s'ha de tenir present que s'ha arrencat tota la part aèria de la canya més la capa de rizoma que normalment té un mínim de 0.5m de gruix. Inicialment, aquest material es portava a abocador controlat creant un volum de residu molt difícil de tractar. En els darrers anys però, molts dels abocadors oficials ja no acceptaven aquest residu o les taxes d'abocament eren tan altes que es feia impossible seguir optant per aquest mètode. A més, aquest tipus de gestió del residu comportava la dependència del transport per a traslladar tot el material extret, fet que en funció de les dimensions del canyar, podia significar una quantitat elevada de viatges amb camions fins l'abocador.

En aquest sentit, en l'apartat número 4 s'ha estudiat la manera més viable de seguir utilitzant la tècnica de l'arrencat de la part aèria i el rizoma amb maquinària retroexcavadora evitant l'afectació al medi, el transport del material i el pas per abocadors controlats.



Imatge 14. Riera Vallvidrera al tm de Sant Cugat del Vallès abans de realitzar l'actuació d'arrencat de la canya i el rizoma (19/02/08). Tasca realitzada per Naturalea Conservació, sl.
Font: Elaboració pròpia.



Imatge 15. Riera Vallvidrera al tm de Sant Cugat del Vallès després de realitzar l'actuació d'arrencat de la canya i el rizoma (16/04/09). Tasca realitzada per Naturalea Conservació, sl.
Font: Elaboració pròpia.

3.2.2 Control tèrmic

Dins les tècniques englobades en el control tèrmic s'inclou tot tipus d'actuació centrada en la crema de la canya per tal d'eliminar-la.

Un cop cremada la canya, de la mateixa manera que passa en el cas de les desbrossades, el rizoma no perd la capacitat de rebrotar. En aquest cas a més, tot i tenir equips d'extinció d'incendis a la zona, el risc de que es puguin descontrolar és elevat, i més en aquelles situacions en què podem arribar a tenir canyes de més de 6 i 8m d'alçada. Tanmateix, existeix el risc d'afectació a la vegetació autòctona del voltant.

Per tant, només té sentit utilitzar aquesta tècnica en zones de clima humit on els nuclis de canya són de dimensions reduïdes i es troben aïllats. En un clima més aviat eixut com és el mediterrani és clarament desaconsellable la seva utilització.

3.2.3 Control amb herbívors

Herbívors com les ovelles poden tenir cert ús pel control de la canya americana. Les cabres d'Angora han tingut un èxit relatiu en la reducció de les comunitats de canyars al sud de Califòrnia, als Estats Units (Daar 1983). No obstant, no s'ha pogut comprovar que els herbívors siguin suficientment eficaços per a una eliminació completa de l'*A. donax*.

Segons converses orals amb diferents ramaders, herbívors com ovelles, cabres i vaques només es mengen les fulles més tendres de la canya en situacions de manca de qualsevol altra font d'aliment.

Els herbívors podrien ser un sistema de control de l'expansió de la canya afavorint la seva regressió a favor de la vegetació autòctona de la zona. En tot cas, però, s'hauria de controlar l'impacte del ramat a la vegetació autòctona que estem intentant potenciar. En cap cas, utilitzar de manera aïllada aquesta tècnica (sense combinar-la amb d'altres) podria significar un bon mètode per eradicar l'*A. donax* d'una zona.

3.2.4 Control biològic

El control biològic és un mètode que utilitza enemics naturals per tal de controlar la població de plagues, malalties i males herbes.

Els Estats Units centren la majoria d'estudis relacionats amb aquesta temàtica. Segons la USDA¹¹, no existeix cap control biològic de la canya que hagi estat aprovat, encara que es coneixen invertebrats que s'alimenten de l'herba tant a Amèrica com a Europa i Àsia (Tracy i DeLoach 1999). A Amèrica l'insecte *Schizaphiz graminum* utilitza l'*A. donax* com a important font d'aliment durant l'hivern (Zuniga et al., 1983). A França *Phoethedes dulcis caterpillars* pot menjar de la canya. L'insecte *Zyginidia guyumi* es menja l'*A. donax* al Pakistan (Ahmed et al. 1977). Una investigació de la USDA ha estudiat en diverses ocasions els beneficis del control biològic de la canya americana, classificant-los com a un important candidat per a la futura eliminació de l'*A. donax*, tot suggerint diferents insectes i patògens com a possibles agents de control (Tracy i DeLoach 1999). Tot i així, encara avui en dia és necessària una àmplia investigació en aquest camp.

No es coneixen clars competidors directes de la l'*A. donax*, degut bàsicament al ràpid creixement i dispersió. D'altra banda, les branques i les fulles presenten diverses substàncies tòxiques o amb mal gust que segurament la protegeixen d'insectes i altres espècies (TAN, 2009)

Per altra banda, aquesta tècnica comporta un fort debat pel fet d'estar introduint espècies en una zona on anteriorment no hi eren i els desequilibris en la cadena tròfica que aquest fet pot comportar. A més, és molt difícil saber abans de l'actuació com es comportarà al medi la nova espècie introduïda, i els mecanismes necessaris de control d'aquesta nova població en el cas que augmenti de manera descontrolada.

Es tracta d'una tècnica desaconsellable actualment Catalunya, degut a la seva poca eficàcia, al llarg camí que queda per recórrer en l'estudi d'aquest camp i a la incertesa en els resultats i conseqüències que suposa la utilització de controls biològics.

¹¹ United States Department of Agriculture

3.2.5 Control químic

El control químic es basa en la utilització d'herbicides de manera selectiva per tal d'eliminar les espècies no desitjades. Segons diferents estudis realitzats el millor herbicida per tal de combatre la canya és el glifosat¹² (amb les diferents marques comercials) (Español, 2007).

Per tal d'aconseguir una aplicació efectiva dels herbicides és important que es realitzi després de la floració i abans de la parada hivernal, normalment entre l'agost i octubre, quan les plantes estan translocant els nutrients cap el rizoma degut a l'acumulació pretardoral-hivernal de reserves. D'aquesta manera l'absorció d'herbicida per les arrels és molt més efectiva i pot reduir una o dues les dosis d'aplicació de l'herbicida. (Godé, 2008)

Segons Bell (1997), l'aplicació d'herbicida foliar durant l'estació apropiada permet pràcticament el 100% d'eliminació de la canya. Afegeix que els fragments de canya tractats tenen un potencial molt baix o nul per crear rizomes i aquests són molt fràgils, per la qual cosa es podria deixar la planta tractada intacta al terreny o fragmentar-la i fer-la servir com a *mulch*.

Per a tots els tractaments amb herbicida s'aconsella que un cop aplicada la primera dosi, s'esperï un temps prudencial, com a mínim un període vegetatiu, per observar l'èxit de l'aplicació. Si hi ha rebrots, caldrà repetir l'aplicació fins a un màxim de 6 vegades.

Les recomanacions per a l'ús d'herbicides exposades per l'ACA (2008) són: considerar la proximitat de la làmina d'aigua en el lloc d'aplicació ja que quasi sempre hi ha pèrdues d'herbicida per lixiviació; seguir les prescripcions de l'EPA¹³ per àrees properes a l'aigua i aiguamolls; avaluar prèviament les condicions climàtiques en el moment de l'execució, evitant bàsicament condicions de vent i precipitació; aplicació de l'herbicida per experts; esperar un període vegetatiu entre la primera i la segona dosi; no aplicar l'herbicida prop d'espècies autòctones i potenciar el creixement d'espècies ruderals; i per acabar, aplicar un colorant a la dissolució per indicar que el material vegetal està tractat.

Variants en el tractament d'herbicides:

- Aplicació foliar sense desbrossada prèvia de la canya. En zones on l'alçada de les canyes és molt alta comporta una despesa elevada d'herbicida. A més, aquest fet pot implicar que no es sigui tan curós en l'aplicació i que per tant es puguin veure afectades plantes no objectiu. Un cop aplicat l'herbicida s'ha de deixar la canya seca entre 6 mesos i 1 any per tal que l'herbicida faci tot el seu efecte.

¹² Glifosat: àcid orgànic dèbil. Molècula formada per una fracció de glicina i una altra de fosfometil (N-fosfometilglicina), C₃H₈NO₅P. Es tracta d'un herbicida no selectiu i sistemàtic molt utilitzat. Actua inhibint la capacitat de sintetitzar els aminoàcids aromàtics de les plantes. Penetra dins la planta per contacte foliar i es distribueix fins les arrels.

¹³ Unites States Environmental Protection Agency

- Tallar la canya, deixar que creixi fins a 100-120cm (Godé, 2008) i aplicar l'herbicida. Altres autors aconsellen deixar créixer les canyes entre 5 i 10 cm abans d'aplicar l'herbicida (TAN, 2009). En aquest cas el fet d'obligar la canya a créixer de nou fa que no hi hagi tanta translocació de nutrients a les arrels i que per tant l'herbicida no els afecti tant.
- Desbrossada de la canya i aplicació immediata d'herbicida. L'herbicida s'ha d'aplicar immediatament després de tallar la canya ja que la translocació disminueix en pocs minuts després de tallar la canya, s'aconsella deixar un màxim de 3-5 minuts.

3.2.5.1 Controvèrsia en la utilització d'herbicides

La EPA ha inclòs el glifosat en la categoria III: "toxicitat dèrmica i oral aguda relativament baixa" i la OMS¹⁴ la inclou en la categoria IV "No probable de presentar perill agut amb un ús normal". D'altra banda, el glifosat apareix a la directiva europea 2008/105/CE relativa a les normes de qualitat ambiental en l'àmbit de la política d'aigües en un annex de les substàncies subjectes a revisió per a la seva possible identificació com a substàncies prioritàries o substàncies perilloses prioritàries.

Com ja hem comentat anteriorment, en el recent editat manual de "La gestió i recuperació de la vegetació de ribera" (Godé, 2008), es descriu l'aplicació del glifosat com a mètode efectiu per el control de la canya.

Segons l'Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España, en primer lloc s'ha d'optar pels tractaments físics d'eliminació de les espècies invasores (manual o mecànica en funció de la realitat de cada zona) i d'aquesta manera s'evita la possible presència de residus químics al medi. Segons Bañeras et al. (2004), en algunes espècies és necessària la combinació entre mètodes físics i l'aplicació d'herbicides. Òbviament, els mètodes químics per la seva rapidesa i profunditat d'acció poden aplicar-se aïlladament en la majoria dels casos. Tot i així, la utilització de substàncies herbicides en medis naturals o seminaturals ha de valorar-se en tot moment. A més, Bañeras afegeix que el glifosat i altres matèries de toxicitat/persistència elevada, no haurien d'utilitzar-se en zones naturals o seminaturals susceptibles de ser alterades. També fa referència a que en casos en que l'espècie invasora estigui situada en cursos fluvials o aiguamolls, és compromesa la utilització de fitocides degut a la seva perillositat per a la fauna aquàtica especialment si no s'aplica en forma de pinzellada o amb aplicadors de baixa dispersió sobre individus determinats.

Tanmateix, a l'hora de determinar la toxicitat del glifosat és important tenir present l'existència d'una diferència bàsica entre el glifosat genèric i el producte comercial. Els plaguicides abans de sortir al mercat passen pel procés de la formulació, durant el qual els ingredients actius són barrejats amb altres substàncies denominades com "ingredients inerts", sobre les quals no es dona informació en les etiquetes i que en molts casos són substàncies actives biològiques, químiques o toxicològiques, que poden conferir a les formulacions comercials, característiques diferents a les que tenen qualsevol dels

¹⁴ Organització Mundial de la Salut

components per separat. Això significa que si només es realitzen les proves toxicològiques amb el glifosat genèric (que en definitiva és com determinen el grau de toxicitats del glifosat per incloure'l als annexos de la OMS, EPA,...) i no es revisen i reconeixen les proves toxicològiques amb el plaguicida comercial, tal i com es fan servir realment, és impossible avaluar amb seguretat els riscos sobre l'ambient i la salut de les persones del glifosat comercial.

La majoria de productes que contenen glifosat estan fets o s'usen amb un sulfatant per ajudar al glifosat a penetrar als teixits de la planta, el qual li confereix característiques toxicològiques a la formulació comercial diferents a les del glifosat genèric. En el cas del Roundup¹⁵, la formulació herbicida més utilitzada, se sap que conté el sulfatant polioxietileno amina (POEA), àcids orgànics de glifosat relacionats, isopropilamina i aigua. Aquests additius doblen la toxicitat del Roundup respecte el glifosat genèric.

Segons diversos estudis, el Roundup té afectes a la placenta humana en concentracions inferiors a les que es troben a l'agricultura. També s'ha observat que dosis molt baixes de glifosat provoquen efectes tòxics en les cèl·lules de la placenta humana i trastorns endocrins, fet que explica la gran quantitat d'avorts espontanis en dones agricultores a EUA. També s'ha demostrat que actua sobre diferents fases de la divisió cel·lular, desencadenant càncer. Igualment, s'ha descobert que el glifosat genèric també té afectes sobre el desenvolupament embrionari de l'eriçó de mar, sobre el fetge de les rates i sobre la població d'amfibis en general (Chee Yoke Heong 2006). És a dir, encara que el Roundup tingui una toxicitat molt elevada, el glifosat genèric també pot tenir algun efecte sobre els animals i la salut humana.

Tot i la toxicitat demostrada del glifosat, aquesta tècnica serà estudiada en l'apartat número 4, basant-nos en el suport que té per part de l'Administració Pública Catalana (l'ACA proposa l'aplicació del glifosat com a tècnica eficaç pel control de la canya, sempre i quan es segueixin les recomanacions per un bon ús, al recent editat anual de *La gestió i recuperació de la vegetació de ribera – Godé 2008*) i degut als bons resultats en l'eliminació de la canya que s'han demostrat en diversos estudis realitzats (EUA).

¹⁵ Principal producte comercial de glifosat distribuït per la multinacional Monsanto.

3.2.6 Conclusions

Com s'ha pogut comprovar existeix un important llistat de tècniques per a l'eliminació de la canya utilitzades arreu del planeta. Tot i així, no en totes elles s'ha estudiat profundament els seus efectes al medi o el grau d'eficàcia. Inclús aquelles tècniques en que es té la certesa absoluta que funcionen i permeten retirar completament la canya d'un medi, són coixes en altres sentits com la generació de residus o la introducció de productes tòxics al sistema.

És per tot això, que en el següent apartat s'ampliarà l'estudi d'algunes de les tècniques ja explicades i s'aportarà informació per a noves tècniques que intentaran cobrir les mancances de les tècniques actualment utilitzades.

4. Anàlisi de noves tècniques per a l'eradicació de l' *A. donax*

4.1 Introducció i justificació de l'elecció de les tècniques a estudiar

Un cop recollida la informació sobre les tècniques actualment utilitzades era necessari seguir investigant en la manera de definir noves tècniques o reforçar els coneixements sobre tècniques ja conegudes per tal de disminuir els recursos emprats i l'afectació al medi que suposa l'eliminació de canya.

Del conjunt de tècniques descrites, és important discriminar per una banda aquelles que degut a les seves característiques, nivell de coneixements teòrics i locals existents, i impactes que exerceixen en el medi tenen més sentit d'aplicar a casa nostra i, per l'altra, aquelles més susceptibles de fracassar.

En la següent taula s'exposen de manera resumida els motius per haver desestimat la opció de seguir investigant uns mètodes i optar per d'altres, juntament amb aquells aspectes sobre els quals és interessant seguir investigant.

Taula 1. Taula resum dels tractaments descartats en l'anàlisi

Típus de tractament	Motius pels quals es descarten de l'anàlisi
Tèrmic	No s'aconsegueix eradicar la canya ja que aquesta segueix conservant la capacitat de rebrotar. A més, normalment la canya no està aïllada sinó que es troba situada propera a altes masses forestals, fet que comporta importants riscos d'incendi en un clima com el mediterrani.
Herbívors	No s'aconsegueix l'eradicació de la canya amb aquest sistema. Els herbívors no mostren preferències per la canya a l'hora d'alimentar-se, i en el cas de no tenir alternativa només es mengen les fulles més tendres deixant la resta intacte.
Biològic	Tècnica que encara se n'ha de demostrar l'eficàcia. Manquen estudis que en facin referència, a més, hi ha una gran incertesa en els impactes que pot produir al medi la introducció d'una espècie per el control de l' <i>A. donax</i> .

Taula 2. Taula resum dels tractaments inclosos en l'anàlisi

Típus de tractament	Motius pels quals s'inclouen a l'anàlisi
Físic: Desbrossada de la part aèria	Es tracta d'una tècnica amb la qual no es produeixen impactes al medi ja que no es realitzen moviments de terres i per tant no es desestabilitza el sòl, a més, no és necessari el transport de material ni la gestió del residu. D'altra banda, està demostrat que amb una desbrossada de la part aèria de la canya no s'obtenen bons resultats en la seva eradicació (encara que es faci en el període de creixement, en el qual la canya es veu més afectada per una

pertorbació).

Per aquest motiu, en el present estudi es proposa seguir investigant aquest mètode, intentant conèixer si la successió de desbrossades pot comportar una disminució en la capacitat de rebrot de la canya. A més, s'analitzarà l'efecte que té en el creixement de la canya el període de temps que es deixa entre les desbrossades. **(4.2 Desbrossada periòdica de la canya)**

Físic:

Arrencat de la canya (rizoma + part aèria)

amb mitjans mecànics

Amb aquesta tècnica s'elimina totalment la canya d'un medi i per tant els resultats són bons i immediats. Té però l'inconvenient, per una banda, que genera una quantitat important de residus que s'ha de gestionar (implica transport del material i gestió a un abocador controlat), i per l'altra, que deixa un terreny remogut i sense vegetació que pot ser fàcilment erosionable i reocupat per la canya, o altres espècies invasores. A més, no és possible la realització d'aquesta tècnica a tot arreu ja que, per exemple, en zones amb presència d'esculleres fluvials seria necessari retirar tota la protecció de defensa hidràulica per tal d'arrencar el rizoma, fet que fa inviable l'obra.

Per aquest motiu, en el present estudi es proposa la manera d'evitar els inconvenients que implica la realització d'aquesta tècnica. En primer lloc, es planteja la necessitat d'evitar el transport i la gestió de residus, fet que pot aconseguir-se amb un triturat in-situ del material, que impedis que la canya pogués tornar a rebrotar **(4.3 Arrencat i triturat de canya)**, o amb l'enterrament del material a certa profunditat **(4.4 Arrencat i enterrament de la canya)**. D'altra banda, es plantegen noves actuacions que permetin no haver d'arrencar la canya per tal que de manera immediata perdi la capacitat de rebrotar **(4.5. Cobriment amb plàstic biodegradable)**.

Herbicida

Diversos estudis han demostrat que l'aplicació d'herbicides té molts bons resultats en l'eliminació de la canya d'un indret. A més, no genera la necessitat de transport i gestió de material. El terreny no queda vulnerable enfront l'erosió ni la invasió d'espècies al·lòctones. Durant l'estudi, però, no s'ha deixat de tenir en compte que es tracta d'una tècnica en la qual s'aplica un producte amb un índex de toxicitat elevat i que per tant s'ha d'evitar sempre que sigui possible la seva utilització.

Hi ha diverses opinions pel que fa a l'alçada idònia de la canya en el moment d'aplicar l'herbicida que ens permeti obtenir els millors resultats. És en aquest sentit on es centraran els esforços **(4.6 Efecte de l'alçada de les canyes als resultats d'aplicació d'herbicida)**.

Al final de l'apartat també s'exposaran altres tècniques recents d'eliminació de la canya que han estat provades de manera aïllada però que a Catalunya encara no se n'han fet estudis exhaustius que en demostrin la viabilitat: eliminació de la canya per inundació, eliminació de la canya mitjançant una trituradora de pedra i arrencat de la canya i aprofitament del residu generat com a biomassa.

4.2 Desbrossada periòdica de la canya

4.2.1 Introducció

El desbrossat de la canya bé sigui manual o amb maquinària, tal i com s'ha comentat en apartats anteriors, no permet en un primer instant l'eradicació de la canya d'una zona ja que, un cop eliminada la part aèria, els rizomes segueixen tenint la capacitat de rebrotar. No obstant, la repetició d'aquesta tècnica efectuada en el moment més idoni per tal de pertorbar al màxim la canya pot fer que esdevingui viable. És important remarcar que es tracta d'una tècnica interessant ja que és poc agressiva amb el medi: no són necessaris els moviments de terres per tal d'eliminar la canya i es pot actuar de manera selectiva, evitant qualsevol impacte a espècies autòctones presents a la zona.

Abans de realitzar qualsevol actuació cal determinar el període de temps en el qual convé acotar l'actuació. L'època més adequada per a desbrossar la canya va lligada a l'època de màxim creixement o a finals d'estiu i principis de tardor (en funció de la zona), moment en el qual transloca nutrients cap a les arrels per afrontar les baixes temperatures hivernals. És en aquest moment quan la canya té més dificultats de recuperar-se d'una pertorbació.

Per tant, l'objectiu d'aquesta tècnica és el de desgastar la canya mitjançant desbrossades periòdiques realitzades en l'època de creixement de la planta.

Per tal de valorar si aquesta tècnica és viable o no cal saber si realment les desbrossades periòdiques disminueixen la capacitat de rebrotada de la canya i en segon lloc la quantitat de repeticions necessàries per tal que la massa rizomàtica perdi totalment la capacitat de rebrotar. També s'ha afegit la variable de la freqüència, de les desbrossades, és a dir, si afecta més al creixement de la canya una desbrossada freqüent quan aquesta encara està en estadis inicials de creixement, o pel contrari és millor deixar que la canya adquireixi una alçada considerable abans de desbrossar-la.

4.2.2 Materials i mètodes

Durant els primers mesos de 2008, des de Naturalea Conservació, es van realitzar un seguit d'actuacions d'eliminació de canya en diversos punts de les comarques del Vallès Occidental i Oriental. La tècnica emprada va ser la retirada completa amb maquinària de la part aèria i el rizoma i transport a abocador controlat de les restes generades. En aquest cas però, part del material resultant es va portar a

les instal·lacions que Naturalea Conservació té a Can Salas al tm de Terrassa (Vallès Occidental) (UTM: 42087, 4605049) (veure plànols, apartat 4.8). A partir d'aquí, i després de la conformitat dels veïns, es va distribuir el conjunt de terra, rizoma i restes de les canyes en diferents mòduls o parcel·les mitjançant maquinària (es va utilitzar una excavadora de pala gran). Les dimensions dels mòduls que es realitzaren foren de 10m de llargada, 4 d'amplada i 1m d'alçada aproximadament. La distribució de les parcel·les configurava una xarxa de camins que permetia la circulació entre elles sense dificultats. Igualment, entre la zona d'estudi i la massa forestal adjacent es va deixar una distància de 15m sense vegetació per dos motius: per una banda evitàvem qualsevol risc d'incendi durant els mesos més secs i calorosos en el moment de la desbrossada de la canya amb màquines debrossadores i per l'altra teníem una franja de seguretat per evitar que qualsevol fragment de canya pogués establir-se prop del bosc i pertorbar-lo.

Per tal de realitzar les proves que ens permetessin conèixer si era viable o no eliminar la canya mitjançant desbrossades periòdiques i el temps necessari per aconseguir-ho es van realitzar 9 parcel·les distribuïdes aleatòriament a la zona de treball: 3 parcel·les van ser destinades a controls, en les quals no es feia cap tipus d'actuació, 3 es desbrossaven cada 20 dies i 3 es desbrossaven cada 40 dies. Les rèpliques ens asseguraven que els resultats no es veiessin influenciats per la humitat, insolació o proximitat a altres masses forestals.

Abans de cada desbrossada es recollien les dades de les alçades de cada canya mitjançant una cinta mètrica i del nombre total de canyes presents. De cada una de les parcel·les realitzades, s'agafaven mostres de 3 microparcel·les de 1m² respectivament. Les microparcel·les es marcaven aleatòriament mitjançant una taula de nombres aleatoris.

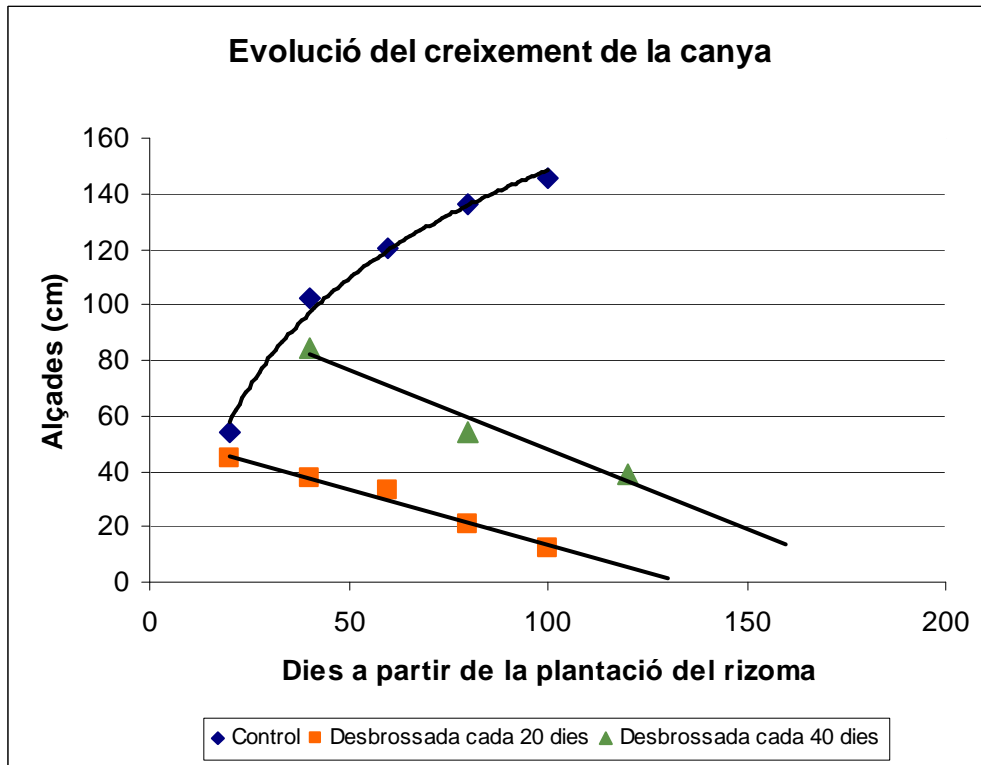
Pel que fa a la temporització, el material (terra i canya) es va distribuir en parcel·les el dia 6 de juny, moment en el qual no hi havia cap canya brotada, i no va ser fins el dia 26 (20 dies després) quan es va començar a obtenir les primeres dades.

4.2.3 Resultats i discussió

A continuació s'exposen les dades recollides durant l'estiu i principis de tardor de 2008. Només s'ha analitzat les dades de l'any 2008 ja que les del 2009 no eren suficientment nombroses i no permetien un bon anàlisi. És a dir, la manca de dades de tot el període de creixement podia fer distorsionar els resultats i és per això que s'ha decidit només utilitzar dades de l'any 2008. És molt interessant, de cara a la continuació de la investigació, seguir recollint les dades referents al creixement de la canya fins a comprovar la pèrdua total de la capacitat de rebrotar.

En el gràfic 1 es mostren les mitjanes de les alçades de les canyes en el moment de la mesura. Com es pot comprovar, les canyes de les mostres control van augmentant d'alçada ja que no s'hi efectua cap tipus de tractament. La línia de tendència és clarament logarítmica, existeix un màxim creixement durant els primers dies i un posterior alentiment. Pel que fa a les canyes desbrossades amb la freqüència de 20

i 40 dies es pot veure que a mesura que es va desbrossant el ritme de creixement s'alenteix. Tot i que la diferència d'alçades no és gaire important aquesta tendència es va mantenint al llarg de les diferents desbrossades.



Gràfic 1. Mitjanes de les alçades de les canyes al final de cada període creixement, és a dir, abans de realitzar les desbrossades amb freqüència de 20 i 40 dies. El dia "0" correspon al 6 de juny de 2008. Font: Elaboració pròpia.

Comparant les dades referents a les canyes que s'han desbrossat cada 20 dies i aquelles que ho han fet cada 40, podem dir que les dues disminueixen linealment les alçades assolides en cada període de creixement (temps entre desbrossades). Tanmateix, si observem conjuntament el gràfic 1 i la taula 3 el pendent de la recta referent a les canyes desbrossades cada 40 dies és més negatiu que en les de cada 20 dies, fet que indica que entre els diferents períodes de creixement les alçades assolides disminueixen més si es desbrossen cada 40 dies que s'hi es fa cada 20 dies. És a dir, durant el primer període de creixement (20 dies) la canya ha assolit una alçada de 44cm en canvi, en el segon període de creixement, un cop ja ha patit dues desbrossades, només ha pogut créixer fins els 37cm (la reducció de l'alçada en el segon període de creixement és del 16% respecte la primera). En canvi el primer període de creixement de les desbrossades cada 40 dies l'alçada de la canya assoleix els 84cm d'alçada i en el segon els 54cm (això significa un 36% més del creixement en el primer període que en el segon).

Taula 3. Dades obtingudes en la realització d'una recta de regressió amb les dades del treball de camp

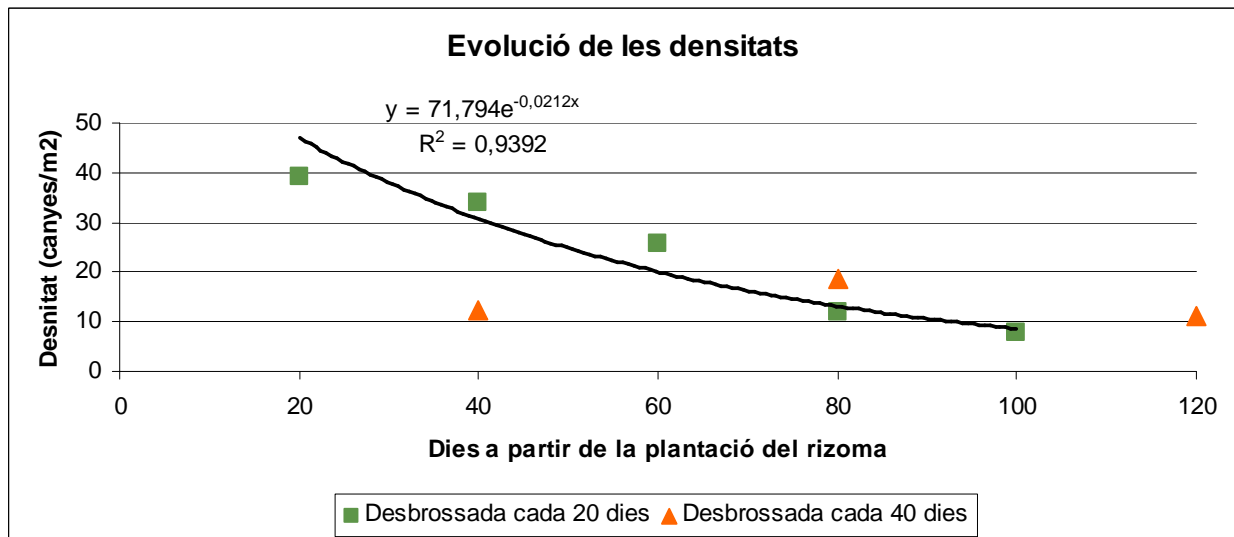
	Equació recta de regressió	Coeficient de correlació	Intersecció amb l'eix de les x
Control	$y=56.338\ln(x) - 110.98$ (Logarítmica)	$R^2 = 0.9893$	
Desbrossada cada 20 dies	$y=-0.3994x + 53.564$ (Lineal)	$R^2 = 0.9788$	$x = 134$ dies
Desbrossada cada 40 dies	$y= -0.5723x + 104.93$ (Lineal)	$R^2 = 0.9665$	$x = 183$ dies

. Font: Elaboració pròpia.

A més, si extrapolem la recta obtinguda en cada un dels casos podem tenir una idea del temps necessari per tal d'eradicar la canya de la zona o el que és el mateix, eliminar la seva capacitat de rebrotar (considerant que la reducció de les alçades segueix aquesta tendència fins a la seva eliminació completa). Així doncs, desbrossant la canya cada 20 dies es podria eradicar completament la canya al cap de 140 dies, que correspon a 7 desbrossades. En canvi si desbrossem cada 40 dies, eradicariem la canya al cap de 200 dies, però en aquest cas només amb 5 desbrossades. Això implica que si el que volem és una eradicació ràpida de la canya sense tenir en compte els recursos utilitzats per a desbrossar-la s'hauria d'escollir la opció de desbrossar cada 20 dies. En canvi, si es dóna més importància a la reducció dels recursos que al temps necessari per a eradicar-la sortiria més a compte la segona opció, en la qual es desbrossa cada 40 dies.

Cal tenir present que amb aquest anàlisi de dades no s'ha pogut comprovar com es comporta la canya un cop la capacitat de rebrot és baixa, és a dir, quan el creixement en cada període és molt baix. Podríem esperar que la reducció del creixement fos lineal fins el moment en que la canya té alçades molt petites, i que des d'aquest moment canviï de tendència i redueixi el ritme de creixement, allargant el temps necessari perquè sigui eradicada la canya i per tant el nombre de desbrossades necessàries. Això però, només es pot saber allargant el temps en que es fa el seguiment del creixement de les canyes.

És important saber com disminueixen les alçades de les canyes però també és de gran ajuda conèixer si el nombre de peus varia o no al llarg del tractament. En el gràfic 2 podem veure com la densitat de canyes evoluciona amb el temps en les parcel·les que s'han desbrossat cada 20 dies i cada 40 dies. Com que les dades referents a la desbrossada cada 40 dies no són suficients per tal de veure clarament l'evolució, analitzarem amb més detall les relacionades amb la desbrossada cada 20 dies.



Gràfic 2. Reducció de la densitat de peus de canya en cada període de creixement en la tècnica de desbrossada. El dia "0" correspon al 6 de juny de 2008. Font: Elaboració pròpia

Segons la recta de regressió hi ha una tendència a disminuir el nombre de peus de manera exponencial. És a dir, inicialment el nombre de peus decreix ràpidament després de cada desbrossada però aquesta disminució s'alenteix a posteriori. Aquestes dades, concorden amb la hipòtesi plantejada quan s'analitzaven les dades de les alçades en què es comentava que tot i tenir un decreixement lineal, podria ser que un cop avançés l'estudi es pogués veure que aquest decreixement passava a ser més lent i per tant s'allargava el període de temps necessari per eradicar-la del tot.

Com a conclusió podem dir que les desbrossades realitzades en un període de temps de 20 i de 40 dies comporten una disminució tant de peus com de les alçades de les canyes. És necessari però, seguir recollint dades en diferents períodes de creixement de la canya (primavera - tardor) complerts per tal de tenir resultats més significatius. A més, en el cas que es pugui eradicar completament la canya s'ha de realitzar un seguiment exhaustiu durant els següents anys per comprovar que realment la canya ha perdut el 100% de la capacitat de rebrotar, i per tant no ha pogut recuperar-se de la pertorbació a la que s'ha vist sotmesa.

Pressupost orientatiu de desbrossada amb desbrossadora manual: 0.8 €/m²

Segons el present estudi es necessita un mínim de 5 desbrossades per tal d'eradicar la canya. Això implica que el pressupost orientatiu per a l'eradicació de la canya mitjançant la desbrossada manual és de 4 €/m².

4.2.4 Proposta d'ampliació de la tècnica: Desbrossada i plantació de salzes

Com ja s'ha pogut comprovar, l'eliminació de la canya mitjançant desbrossades periòdiques és possible però es necessita temps i recursos per tal de que sigui del tot efectiva. Una bona alternativa és un cop s'ha realitzat diverses desbrossades (2 és suficient), plantar estaqués¹⁶ vives de salze (*Salix sp.*) arbustiu¹⁷ prou llargues com perquè travessin la capa rizomàtica i puguin arrelar per sota d'aquesta. L'objectiu principal és que el salze pugui arrelar suficientment per tal de crear una capa d'arrels per sota dels rizomes de la canya que competeixi per a l'obtenció de l'aigua del freàtic i els nutrients del sòl. D'aquesta manera s'estarà actuant sobre la part aèria mitjançant desbrossades periòdiques i sobre la capa rizomàtica competint per l'aigua i els nutrients.

L'elecció d'estaqués de salze arbustiu s'explica pel fet de ser les espècies que millor responen a aquest tipus d'actuació, és a dir, es tracta d'espècies amb una gran capacitat de rebrotar a partir d'estaqués i a més són molt presents als rius catalans. Creixen de manera natural a la riba dels cursos fluvials, zones on la canya tendeix a ocupar grans extensions. Aquests arbustos autòctons estan perfectament adaptats a les avingudes.

Les espècies de salzes arbustius amb millors resultats a Catalunya són el gatell (*Salix cinerea*), sarga (*Salix elaeagnos*), saulic (*Salix purpurea*) i la vimetera (*Salix fragilis*). D'altres salicàcies com el *populus* també se'n poden fer estaqués però amb menor èxit. Els tamaris (*Tamarix sp.*), saücs (*Sambucus nigra*) i el sanguinyol (*Cornus sanguinea*) també es poden utilitzar per a la plantació d'estaqués, tot i així, els dos últims no tenen el percentatge d'èxit dels salzes, que està al voltant del 90% (Sánchez, 2008)

Per evitar els fenòmens de contaminació genètica, freqüents en les espècies del gènere *Salix*, es recomana, a part d'utilitzar espècies autòctones com les que ja s'han esmentat, obtenir-les de la mateixa zona d'actuació. És a dir, si prop de la zona on es retira la canya hi ha algun exemplar de les espècies en qüestió, aprofitar-ho per obtenir-ne el conjunt d'estaqués necessàries, evitant en tot moment malmetre l'exemplar autòcton. En cas que no sigui possible, es poden obtenir les estaqués de viviers sempre i quan tinguin el certificat de procedència de la mateixa zona.

Les estaqués han de tenir una llargada mínima de 100-150cm per poder travessar la massa rizomàtica. Per tal de que tinguin garanties suficients, les estaqués han de tenir un mínim de 4 períodes vegetatius o un diàmetre d'entre 3 i 4cm. És recomanable la plantació de les estaqués amb un densitat elevada (1 unitat/m²) per agilitzar el procés i evitar que l'existència de la marra o mort d'una estaca tingui un efecte greu en el resultat de l'actuació. Per altra banda, és recomanable que la obtenció i plantació d'estaqués s'ha de dur a terme durant la parada vegetativa.

¹⁶ Estaca: brot no ramificat i llenyós de 3 a 10cm de diàmetre i de llargada variable.

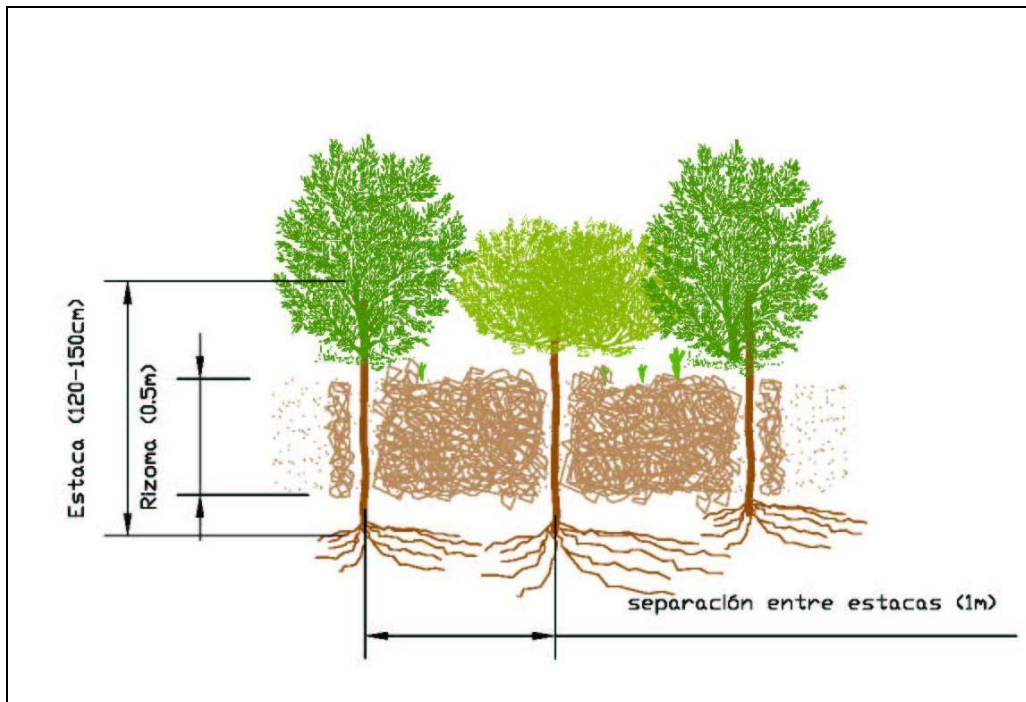
¹⁷ El *Salix alba*, arbre molt present al nostre territori, no té la capacitat de rebrotar, per això s'acota a salzes arbustius.

Segons el lloc on es dugui a terme l'actuació caldrà fer un manteniment de les estakes, realitzant algun reg de suport.

Existeix un clar desavantatge en front la tècnica de desbrossades periòdiques i és que en aquest cas s'ha de tenir especial cura a l'hora de realitzar les desbrossades ja que en els primers estadis de desenvolupament del salze aquest serà de port més petit que les canyes i per tant fàcil de passar desapercebut quan es realitzin les desbrossades.

Aquesta actuació s'ha dut a terme a la riera de Caldes, al seu pas pel tm de Palau-solità i Plegamans durant el 2009.

Es tracta d'una tècnica que necessita diferents períodes vegetatius per tal de poder apreciar-ne els primers resultats. És per aquest motiu que encara no s'ha quantificat cap resposta per part dels salzes plantats.



Imatge 16. Esquema de la tècnica basada en la realització de desbrossades periòdiques i plantació de salzes.
Font: Elaboració pròpia

4.3 Arrencat i triturat de la canya

4.3.1 Introducció

Tal i com hem plantejat en l'apartat 3 del present document, la tècnica d'arrencat amb mitjans mecànics de la part aèria i el rizoma de la canya és un sistema eficaç i de resultats immediats. En aquest apartat però, també es plantegen els inconvenients que té aquesta tècnica i és que es genera una quantitat important de residus que s'ha de gestionar.

En aquest sentit s'ha plantejat la possibilitat de triturar la part aèria i el rizoma resultant per tal que aquests perdin la capacitat de rebrotar i per tant puguin deixar-se a la zona i evitar els costos de transport i gestió.

Segons converses informals dutes a terme amb diferents pagesos, la canya havia pogut ser eradicada mitjançant la trituració del material amb tractors desbrossadors. Estudis realitzats però, exposaven que un fragment de rizoma per petit que sigui, pot tornar a rebrotar.

Partint d'aquesta base, es vol investigar quin és el fraccionament de la canya necessari per tal de perdre totalment la capacitat de rebrotar, i evitar els costos de transport i gestió.

4.3.2 Material i mètodes

Per tal de poder obtenir aquesta informació es van agafar restes de rizoma arrencats durant el maig de 2008 en les obres de restauració de rius realitzades per Naturalea Conservació, sl.

El dia 15 de maig de 2008 es va engegar el procés. En primer lloc es van determinar 3 tipus de mostres:

- 1. Rizoma control.** Tal i com es va obtenir del procés d'arrencat del rizoma del medi amb màquina retroexcavadora i el transport fins a Can Salas, Terrassa (Vallès Occidental).
- 2. Rizoma trossejat manualment.** Es tracta d'una fracció de rizoma amb dimensions compreses entre les del rizoma control i el triturat. Podem considerar aquestes dimensions com la mínima fragmentació que pot assolir un tractor amb tanqueta per a triturar.
- 3. Rizoma triturat amb una trituradora de jardineria.** En aquest cas es va utilitzar una trituradora de dos rodets de trituració de 16cm i d'alimentació hidràulica, tolva de 90 x 70cm i discs de 56 x 2.5cm amb dos ganivets.¹⁸

¹⁸ Informació proporcionada per l'empresa Trituradoras Llambès



Imatge 17. Rizoma triturat amb una trituradora de jardineria (15/05/08)
Font: Elaboració pròpia.



Imatge 18. Trituradora i restes de rizoma triturats.
Font: Elaboració pròpia

Es va determinar el pes, el volum de cada mostra i la longitud màxima i mínima dels exemplars. Per a realitzar-ho es va agafar un total de 12 mostres per els rizomes control i els trossejats. Per els rizomes triturats es va agafar un total de 75 fragments de rizoma i es van pesar conjuntament, obtenint amb la divisió el pes de cada fragment. Amb els resultats de cada un dels fragments es va realitzar una mitjana de les dades.

Per tal d'obtenir el volum de cada fragment de rizoma es van introduir les mostres dins d'un vas de precipitats graduat. El volum d'aigua desplaçat un cop introduït el fragment de rizoma era el seu volum real. Finalment es van mesurar les longituds màximes i mínimes de cada un dels fragments.

Un cop recollides les dades es van crear 9 parcel·les de 2 x 2m de superfície i 50cm de profunditat, on es va posar la mateixa quantitat de rizoma en pes a cada una. Per a cada una de les mides de fragments de rizomes es van realitzar tres rèpliques de les parcel·les. Les parcel·les de 2x2m es van localitzar a Can Salas, Terrassa (Barcelona), prop dels espais destinats a l'anterior actuació (veure plànols, apartat 4.8).



Imatge 19. Procés d'elaboració de les parcel·les de 2x2m I. (15/05/08). Font: Elaboració pròpia.



Imatge 20. Procés d'elaboració de les parcel·les de 2x2m II. (15/05/08). Font: Elaboració pròpia.

4.3.3 Resultats i conclusions

A continuació s'exposen les dades obtingudes en la caracterització de les mostres de fragments de rizoma. Com es pot observar les dimensions del rizoma sense intervenció són molt més grans que la dels rizomes fraccionats. Pel que fa a les longituds màximes i mínimes s'observa que en el rizoma triturat la relació superfície/volum és molt gran comparat amb la resta de mostres, fet que com ja hem comentat anteriorment disminueix considerablement la capacitat de rebrotar del fragment de rizoma.

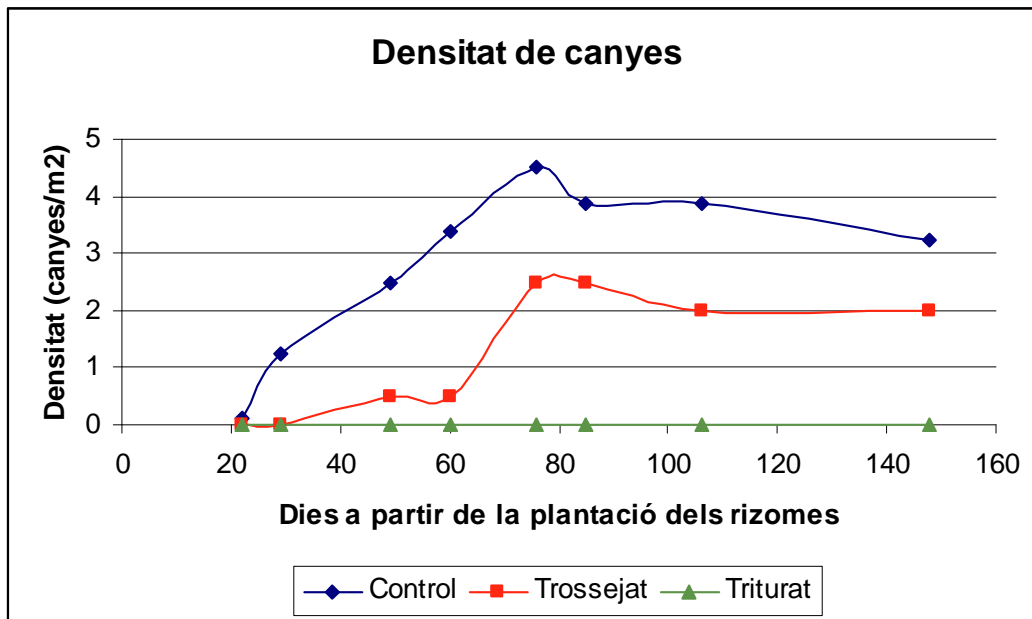
Taula 4: Mitjanes del pes, volum i longitud màxima i mínima dels fragments de rizoma mostrejats

	Pes (g)	Volum (cm³)	Longitud màxima (cm)	Longitud mínima (cm)
Control	513	1260	24.6	9.4
Material trossejat	27.5	88	8.3	4.1
Material triturat	2.7	7	3.5	0.3

Font: Elaboració pròpia

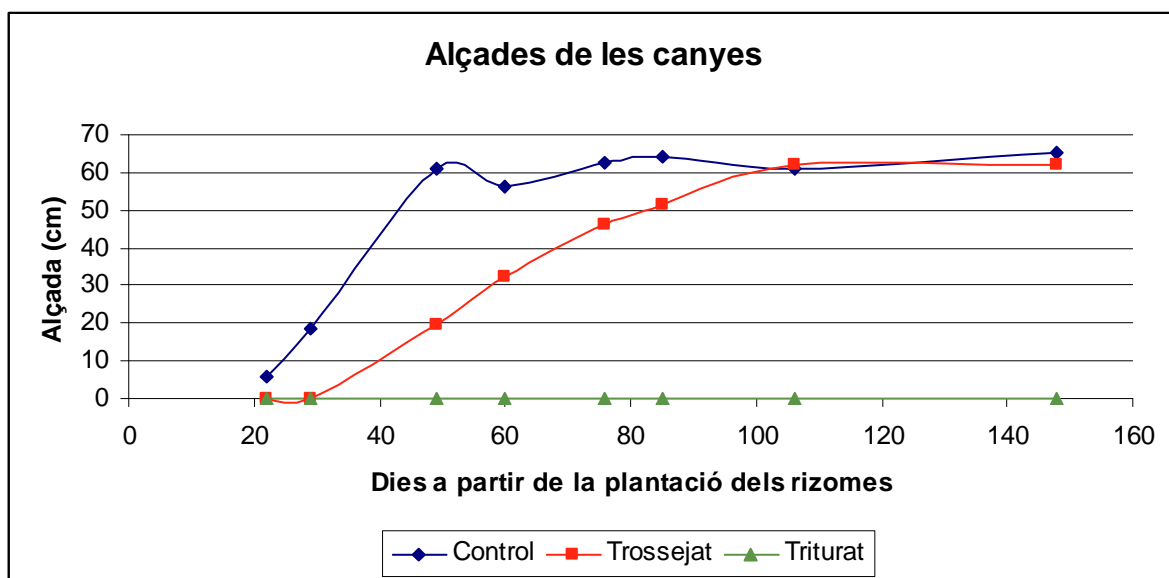
Les dades que es recullen a continuació són el resultat de l'observació dels dies (6/06/08, 13/06/08, 3/07/08, 14/07/08, 30/07/08, 08/08/09, 29/08/09, 10/10/08). A partir d'aquesta data la situació no va variar més, fins i tot, durant la primavera-estiu del 2009 no hi ha hagut canvis en la quantitat de canyes presents a les parcel·les. Per altra banda, de les tres rèpliques realitzades per a cada un dels tractaments, a la tercera no hi va créixer cap canya independentment de la mida del fragment de rizoma plantat. Una possible explicació és la seva proximitat a una zona boscosa i per tant l'afecte de l'ombra al creixement de les canyes. Es considera que els resultats obtinguts d'aquesta tercera rèplica dels tres

tractaments es poden desestimar degut a l'afectació dels resultats per agents externs. És per aquest motiu que no s'han inclòs en el següent anàlisi.



Gràfic 3. Evolució de la densitat de canyes per m2 en els diferents tipus de tractament de triturat de la canya. El dia "0" correspon a 15 de maig de 2008. Font: Elaboració pròpia

En el gràfic 3 es pot observar en un primer moment que les parcel·les on es va afegir rizoma triturat no ha rebrotat cap canya al llarg del període estudiat. En segon lloc, es pot veure que tant el rizoma control com el trossejat si que han estat capaços de rebrotar. És important observar que la densitat de canyes en les parcel·les del control sempre és superior a les parcel·les amb el rizoma trossejat. Una possible explicació del descens de la densitat a partir del dia 54 de tractament (corresponent al dia 30 de juliol de 2008) és que algunes de les canyes es van assecar i caure, i per tant no es van incloure al recompte.



Gràfic 4. Evolució de les alçades de canya en els diferents tipus de tractament de triturat del rizoma. El dia "0" correspon a 15 de maig de 2008. Font: Elaboració pròpia

En el gràfic 4 es pot observar que a les parcel·les control les canyes van començar a créixer molt abans. La primera canya a la parcel·la control es va observar el dia 22 de tractament (6 de juny de 2008), en canvi a la parcel·la amb el rizoma trossejat, el dia 49 (3 de juliol de 2008). Això significa que va tardar 27 dies més a aparèixer. D'altra banda, al final del tractament les alçades de les canyes es van igualar, segurament pel fet que era finals d'estiu i començaven a tenir certa inactivitat.

Per finalitzar podem dir que la canya triturada amb trituradora de jardineria perd totalment la capacitat de rebrotar. Per altra banda, tot i trossejar el rizoma a mides relativament petites, aquest pot rebrotar, encara que amb més dificultats que el rizoma sense fragmentar.

4.3.4 Aplicació dels resultats obtinguts a la tècnica d'arrencat i triturat de la part aèria i el rizoma de la canya

Basant-nos amb els resultats obtinguts es pot dir que la tècnica d'arrencar el rizoma amb maquinària tipus retroexcavadora i triturar-ne el material resultant amb un a trituradora de jardineria és totalment viable i impedeix qualsevol tipus de rebrot de la canya.

Aquest material triturat és interessant aprofitar-lo com a *mulch* a la zona intervinguda. Un cop acabats els treballs de retirada i triturat de la canya, queda una zona sense vegetar que necessita tasques de restauració per tal d'evitar problemes d'erosió i pèrdua de sòl. En aquest sentit el trinxat de la canya pot ajudar a protegir el sòl de manera immediata contra el vent i les precipitacions. Tanmateix, ajuda a millorar l'estètica de la zona disminuint l'impacte paisatgístic que genera la terra remoguda.

<p><i>Pressupost orientatiu d'arrencat de la canya i rizoma i triturat in-situ del material: 28 euros/m²</i></p>

4.4 Arrencat i enterrament de la canya in-situ

4.4.1 Introducció

Un altra possible alternativa a la gestió de la gran quantitat de residus de la canya resultat de l'aplicació de la tècnica d'arrencat de la canya i el rizoma del medi amb mitjans mecànics és l'enterrat de tot el material a una certa profunditat.

Tal i com s'ha explicat en el present document, estudis realitzats han demostrat que la canya enterrada fins a un metre de profunditat segueix tenint intactes i en molts casos millorades les capacitats per a rebrotar (Else, 1996). Partint d'aquesta dada s'ha dissenyat una tècnica que consisteix en l'enterrament de la canya i rizoma a més d'un metre de profunditat i el posterior cobriment del material amb un plàstic biodegradable.

Aquesta tècnica es va realitzar per primera vegada en els treballs de restauració del torrent de Colobriers a Sabadell (obra finançada per l'Ajuntament de Sabadell i l'ACA durant el 2008) al seu tram final, abans de la desembocadura amb el Ripoll. L'objectiu de l'actuació era eliminar el canyar que presentava el torrent als dos marges per tal de recuperar el bosc de ribera propi de la zona.

4.4.2 Material i mètodes

Aquesta experiència es va realitzar al torrent de Colobriers a Sabadell (UTM 424661.5, 4603257.5) durant l'any 2008 (veure plànols, apartat 4.8).

Un cop arrencada la canya i el rizoma amb una màquina retroexcavadora, es va dipositar en un forat fet al sòl i es va cobrir la part superior i els laterals de la canya enterrada amb un plàstic biodegradable que impediria el creixement vertical i horitzontal d'aquesta.

4.4.3 Resultats

Durant l'any 2008 i 2009 s'han realitzat visites periòdiques (aproximadament una cada 2 mesos) per tal de comprovar que no hi havia presència de rebrots de canya a la zona on s'havia realitzat l'actuació i que les condicions del llit del riu no s'havien modificat (després dels diferents períodes d'avinguda) degut a la realització de moviments de terres per enterrar el material extret.

Els resultats demostren que no hi ha hagut cap rebrot de canya i que la recuperació de la cobertura vegetal d'aquest punt ha seguit el mateix ritme que la resta de l'espai. Evidenciant que l'enterrament de la canya no ha provocat cap interferència en la recuperació del medi.

Pressupost orientatiu d'arrencat i enterrament de la canya in-situ: 15 euros/m²

4.5 Cobriment amb plàstic biodegradable

4.5.1 Introducció

Aquesta tècnica es basa en el cobriment dels nuclis de canya amb un plàstic biodegradable amb resistència suficient per evitar el creixement vertical de la canya. La falta de llum i possibilitat de creixement esgotarà la planta que perdrà totalment la capacitat de rebrotar. A més l'increment de la temperatura sota el plàstic accelerarà el procés de descomposició de la massa rizomàtica.

A Catalunya, molts dels rius propers a zones urbanitzades tenen mesures de defensa hidràulica als seus marges com les esculleres. En molts casos aquestes esculleres estan totalment cobertes de canyes formant una massa lineal a cada un dels marges del curs fluvial. En aquests casos és difícil dur-hi a terme qualsevol actuació de retirada de la canya per diversos motius: per una banda, el fet que la capa rizomàtica estigui per sota els blocs de pedra de l'escullera impedeix que es pugui arrencar completament el rizoma amb maquinària sense haver de retirar tota la pedra de l'escullera i tornar-la a col·locar a posteriori, i per l'altra, el fet que es tracti de zones tan extenses, amb canyes elevades i situades adjacents a cursos fluvials fa que es desaconselli l'aplicació dels herbicides. Aquesta realitat obliga a buscar una tècnica alternativa per aquestes zones. Amb la tècnica de cobrir la canya una cop desbrossada donem una bona alternativa a aquesta situació, en la qual no es genera cap tipus de residu de l'extracció i permet actuar en zones on arrencar la canya és molt costós.

Basant-nos en aquest sistema hi ha dues alternatives força diferenciades. Per una banda, existeix la possibilitat de desbrossar la canya i posteriorment cobrir-la amb una manta tipus butílic o làmines de cautxú sintètic que impedirà el creixement vertical de la planta i gràcies al material del qual està feta i el color negre farà augmentar considerablement la temperatura del sòl situat sota, seu, fet que accelerarà el procés de descomposició de la canya. Un cop passat un cert temps, en el qual hagi finalitzat el procés (està en fase de prova però es creu que al voltant de 2 o 3 anys), es podrà retirar la manta de butílic. Per altra banda, existeix una alternativa a la utilització del butílic que es tracta de cobrir amb un plàstic biodegradable la zona amb presència de canya prèviament desbrossada, i afegir-hi terra al damunt per tal que es pugui revegetar l'espai i evitar l'impacte paisatgístic de l'actuació.

El següent cas d'estudi es centrarà en la segona opció, considerant que l'impacte paisatgístic de la primera opció és força elevat.

4.5.2 Material i mètodes

La següent experiència es realitzà al marge esquerra del riu Congost al tm de Montornès del Vallès (Vallès Oriental) (UTM 438841, 4601819.5) (veure plànols, apartat 4.5) dins les tasques de restauració del riu Congost promogut pel Consorci del Besòs (2008).

En primer lloc es va seleccionar un tram d'escullera on hi hagués la presència de canya, que seria la zona on es duria a terme l'actuació. El requisit que es buscava era que fos un tram de com a mínim 20m d'escullera totalment coberta per la canya. El pendent del tram d'escullera escollit és del voltant de 45°.

A continuació, el dia 1 d'abril de 2008 es va realitzar una desbrossada de la canya del tram sencer d'escullera mitjançant un tractor amb braç desbrossador (tasca inclosa en el projecte de restauració del riu Congost promogut pel Consorci del Besòs). Es considera idònia la realització de dues desbrossades com a mínim abans de realitzar l'actuació ja que es debilita la canya i augmenten les possibilitats d'èxit.

Posteriorment, el dia 30 d'abril de 2008 es seleccionà un tram de 6m de llargada on es duria a terme l'actuació. En primer lloc es va retirar qualsevol element punxant que pogués malmetre el plàstic, i a continuació es van instal·lar dues capes de plàstic des del coronament fins el peu de l'escullera amb una rasa superior de 25cm de profunditat i la inferior de 1m per inserir el plàstic i evitar que en moments de crescuda del nivell de l'aigua pogués ser aixecat. En el cas que no es pugui eliminar completament els elements punxats es pot aplicar una capa de terra sobre de l'escullera prèvia a la instal·lació del plàstic. Els extrems del plàstic es van intentar enterrar de tal manera que s'evités que la canya creixes de manera lateral i pogués tornar a sortir a la superfície. No obstant, aquesta tasca va ser complicada degut a la irregularitat del terreny que presenta una zona escullerada.

Un cop instal·lat el plàstic es va col·locar una xarxa orgànica (veure annex 1. Tècniques de restauració) per tal de conferir rugositat a la superfície i així permetre que la capa de terra aportada tingués més estabilitat i per tant se'n pogués aportar més gruix. Els extrems superior i inferior de la xarxa orgànica, igual que el plàstic es van inserir dins de les rases per evitar que pogués ésser desplaçada.

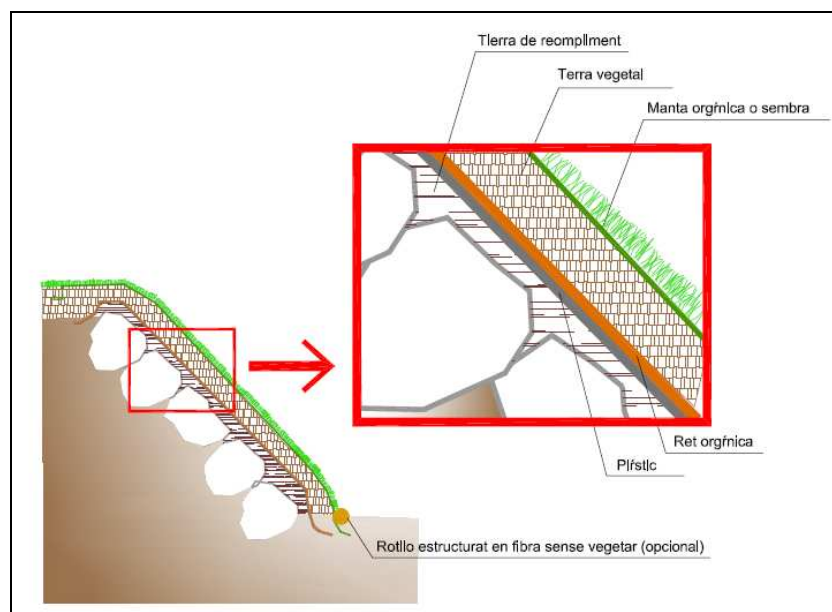
A continuació es va aplicar una capa d'un mínim de 30cm de sòl a tota la zona coberta pel plàstic. La potència de sòl varia en funció de la zona, és a dir, a la part alta de l'escullera és on hi ha el mínim gruix de terra i a la part inferior s'acumulen els gruixos més importants. En funció del pendent de l'escullera, l'estabilitat de la terra aportada serà més o menys elevada.

La terra aportada es pot extreure de zones d'excavació, és a dir, es pot aprofitar terra de la mateixa zona (en el cas que s'hagin de fer tasques complementàries de dragat del mateix riu, retirada de sediments acumulats,...) o de zones properes en què s'estigui rebaixant el nivell del sòl per a construir-hi, etc. En el cas a Montornès del Vallès, l'empresa a qui es va contractar els serveis d'una màquina retroexcavadora que escamparia la terra per sobre el plàstic i en reperfilaria el terreny, va aportar la terra d'una zona

propera on estaven treballant¹⁹. No és necessari utilitzar terra abonada o terra vegetal ja que els costos d'aquest material farien inviable tot el procés.

Un cop reperfilat el terreny, és a dir, un cop la terra aportada es va escampar reproduint la morfologia original del marge del riu, es va sembrar amb una mescla d'espècies herbàcies autòctones per vegetar el terreny i disminuir l'erosió superficial tant de la pluja com del vent. La mescla d'espècies herbàcies incloïa gramínies i lleguminoses capaces de fixar el nitrògen del sòl i enriquir el sòl. Igualment, es tracta d'una mescla amb llavors de creixement ràpid però menys adaptades a les condicions microclimàtiques de la zona, molt importants per a realitzar una cobertura immediata del terreny i espècies de creixement més lent però més adaptades i capaces d'establir-s'hi permanentment. En zones molt extenses es pot realitzar una hidrosembra²⁰.

En aquest cas no va ser necessari instal·lar cap tipus de protecció del talús per tal de retenir les terres aportades. En situacions en què el talús tingui un pendent pronunciat i per tant sigui necessari aquest tipus de protecció, es poden realitzar estructures de contenció de terres a la base, tals com una feixina (agrupació de branques llenyoses que permeten la retenció de la terra aportada) o un rotllo estructurat en fibra (estructura cilíndrica de 30cm de diàmetre clavada a la base del talús). També és interessant la protecció de la superfície del talús amb una xarxa orgànica (veure annex 1. Tècniques de restauració).



Imatge 21. Esquema de la tècnica Cobriment amb plàstic biodegradable.

La presència o no del rotllo estructurat en fibra no vegetat és opcional depenent de la necessitat d'estabilitzar la terra aportada.

Font: Elaboració pròpia

¹⁹ En aquest sentit, només ens va costar el preu del transport. Tant l'empresa de maquinària, que tenia un excedent de terra que havia de transportar fins a un punt d'acopi, com nosaltres que necessitàvem terra i volíem reduir al màxim els costos de l'actuació, en vam sortir beneficiats.

²⁰ Hidrosembra: es tracta de la projecció a pressió sobre una superfície d'una barreja d'aigua, llavors fertilitzants, mulch i estabilitzadors i fixadors, per fixar les llavors i mulch al terreny, i donar les condicions idònies per el seu ràpid establiment.



Imatge 22. Treballs de cobriment de l'escullera (1/04/08).
Font: Elaboració pròpia



Imatge 23. Detall del plàstic biodegradable i la ret de coco al damunt. (1/04/08).
Font: Elaboració pròpia

4.5.3 Resultats i discussió

Taula 5. Resum de les observacions de camp realitzades a Montornès del Vallès

1/04/08	Desbrossada de la canya	
30/04/08	Cobriment de la canya amb la tècnica descrita	
VISITES DE CONTROL DELS RESULTATS		
13/05/08	No es percep el creixement de cap canya a la zona actuada. La canya no tractada té una alçada aproximada de 30-40cm.	 <p>Font: Elaboració pròpia</p>
11/06/08	<p>Només es percep el creixement d'una canya de 8cm d'alçada a la part superior del talús. Com que el creixement d'aquesta canya està totalment aïllat fa pensar en l'error a l'hora d'eliminar els elements punxants del sòl i que per tant es tracti d'un petit forat al plàstic en el moment de realitzar l'aport de terres.</p> <p>Les canyes situades als espais adjacents tenen una alçada aproximada de 120-150cm. La superfície està totalment vegetada per les espècies herbàcies sembrades.</p>	 <p>Font: Elaboració pròpia</p>



Font: Elaboració pròpia

14/07/08

Només es percep el creixement de la canya ja observada el dia 11 de juny del 2008. La canya s'ha ramificat i té un alçada de 72cm. La canya no tractada té una alçada aproximada d'entre 200-400cm.



Font: Elaboració pròpia

8/09/08

S'observa que hi ha hagut el pas d'un ramat d'ovelles per la zona d'actuació ja que hi ha excrements a la zona. Potser degut a l'intens trepig han aparegut tres rebrot de canya nous. En el dia de la visita de control tenen una alçada de 34, 46 i 49cm respectivament. El fet que tinguin alçades similars ens pot demostrar que van créixer a partir de la mateixa pertorbació durant el mateix període de temps. Tant aquests nous rebrot com el que va aparèixer inicialment estan molt secs.



Font: Elaboració pròpia

9/10/08

La situació dels rebrots segueix com en la última visita, els 4 rebrots (tots ells ramificats) estan molt secs. L'alçada de la canya adjacent no tractada està compresa entre els 3 i els 4.5m.



Font: Elaboració pròpia

Tal i com es pot extreure de la taula 5, només han rebrotat 4 peus de canya, no han assolit alçades considerables i s'han assecat abans d'acabar el període de creixement anual, moment en el qual la canya situada als espais adjacents seguia creixent. Amb aquests resultats es pot concloure que es tracta d'una tècnica eficaç per el control de l'A. *donax*, sobretot, en esculleres o altres zones on és difícil poder retirar completament la part aèria i el rizoma.

Caldrà però fer seguiments de les properes experiències relacionades amb aquesta tècnica ja que no s'ha comprovat l'eficàcia si s'augmenta la superfície tractada o el pendent de la zona en qüestió. També caldrà treballar en la direcció de buscar una alternativa a la introducció del plàstic dins un curs fluvial.

Pressupost orientatiu de la tècnica de cobrir la canya amb un plàstic biodegradable: 12 euros/m²

4.6 Efecte de l'alçada des les canyes en els resultats de l'aplicació d'herbicida

4.6.1 Introducció

Tal i com s'ha comentat en anteriors apartats el glifosat aplicat per contacte foliar té molts bons resultats en el control de la canya. En aquest sentit però, no hi ha un acord comú del moment idoni per a realitzar la primera aplicació, i es que estudis demostren que la canya ha de tenir alçades petites per tal de maximitzar els resultats i altres en canvi, recomanen l'aplicació de l'herbicida quan la canya ha assolit un mínim d'alçada.

Tot i que es tracta d'una tècnica ja coneguda i utilitzada arreu, en el marc d'aquest projecte s'ha volgut comprovar la seva eficàcia tot estudiant la influència de l'alçada de la canya en el moment de l'aplicació de l'herbicida.

4.6.2 Material i mètodes

De la mateixa manera que es va fer en el cas d'estudi de l'efecte de les desbrossades periòdiques al creixement de la canya, en aquest també es va utilitzar la canya i rizoma fruit dels treballs d'eradicació de la canya realitzats en diversos punts de les comarques del Vallès Occidental i Oriental a principis de 2008. La ubicació de les parcel·les es va realitzar al mateix lloc que el cas ja esmentat (Masia de Can Salas, Terrassa (Barcelona) (UTM: 42087, 4605049) (veure plànols, apartat 4.5). Les dimensions de les parcel·les realitzades van ser de 10m de llargada, 4 d'amplada i 1m d'alçada aproximadament

Es van destinar 9 parcel·les per analitzar el control de la canya amb herbicides que es van distribuir aleatòriament a la zona de treball: 3 parcel·les van ser destinades a controls (compartit amb l'experiència del desbrossat de la canya) en les quals no es feia cap tipus d'actuació, a 3 parcel·les es va aplicar

l'herbicida al cap de 20 dies d'haver realitzat les parcel·les, i a les 3 restants es va aplicar l'herbicida al cap de 40 dies.

Es va utilitzar el glifosat de la marca comercial Roundup (Montsanto). Es va dissoldre en aigua per tal d'aconseguir una mescla del 5% de glifosat (proporció recomanada per a la seva utilització). Per tal d'aconseguir-ho s'havia de dissoldre 84ml de la dissolució de glifosat 36% per a cada 516ml d'aigua. La proporció de producte per hectàrea establert és de 0.5L/ha, per tant, per una superfície de 120m² (corresponent a la superfície de tres parcel·les de canya) es necessitava un total de 0.6L.

L'aplicació de l'herbicida es va realitzar mitjançant una motxilla de fumigació amb una capacitat de 20L, amb la qual es distribuïa l'herbicida per tota la fulla. No es va utilitzar cap tint que permetés diferenciar les zones on s'ha aplicat l'herbicida i les que no, fet que pot comportar algun error en l'aplicació i posterior anàlisi de dades. Es van utilitzar mesures de seguretat com mascaretes i ulleres.



Imatge 24. Aplicació de l'herbicida a Can Salas (26/06/08)
Font: Elaboració pròpia

Es van anar recollint les dades de les parcel·les on s'havia aplicat herbicida per tal de fer un seguiment de les canyes que restaven vives o aconseguien rebrotar. Per tal de recollir les dades de cada una de les parcel·les realitzades, s'agafaven mostres de 3 microparcel·les de 1m² respectivament. Les microparcel·les es marcaven aleatòriament mitjançant una taula de nombres aleatoris.

Pel que fa a la temporització, el material (terra i canya) es va distribuir en parcel·les el dia 6 de juny. Al cap de 20 dies (26 de juny de 2008) es va aplicar l'herbicida a tres de les parcel·les i 20 dies més tard (16 de juliol de 2008) a les tres parcel·les restants.

4.6.3 Resultats i discussió

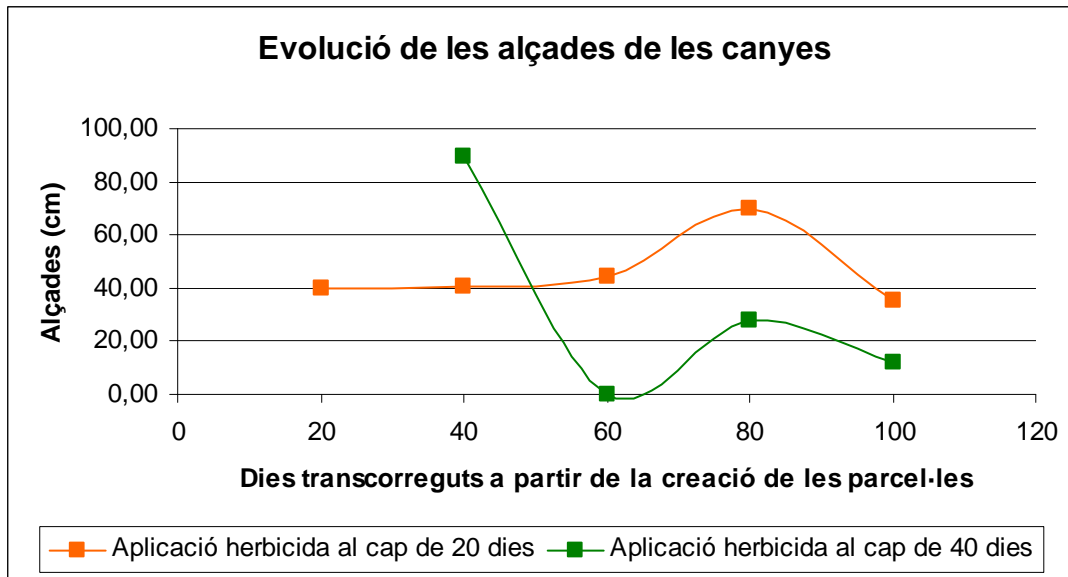
A continuació s'exposen les dades recollides en el treball de camp referent a l'aplicació d'herbicida. Tal i com es pot observar al gràfic 5 les alçades de les canyes en el moment d'aplicació de l'herbicida eren significativament diferents. El dia 20 les alçades mitjanes eren de 39cm i el dia 40 de pràcticament 90cm.

El gràfic de les alçades no és significatiu sinó es mira conjuntament amb les densitats de cada mostra. Així podem veure al gràfic 6 que després d'aplicar l'herbicida al cap de 20 dies, es redueix la densitat de canyes fins a pràcticament dues canyes per metre quadrat, tot i així no acaba mai d'eliminar-se totalment la canya present. En canvi, amb l'aplicació de l'herbicida després de 40 dies es pot veure una mort dràstica de la canya en el següent dia de control. Tot i així, la canya no perd totalment la capacitat de rebrotar i al cap de 100 dies després de l'inici de la prova, les densitats d'un tipus de mostra i els altres són pràcticament iguals.

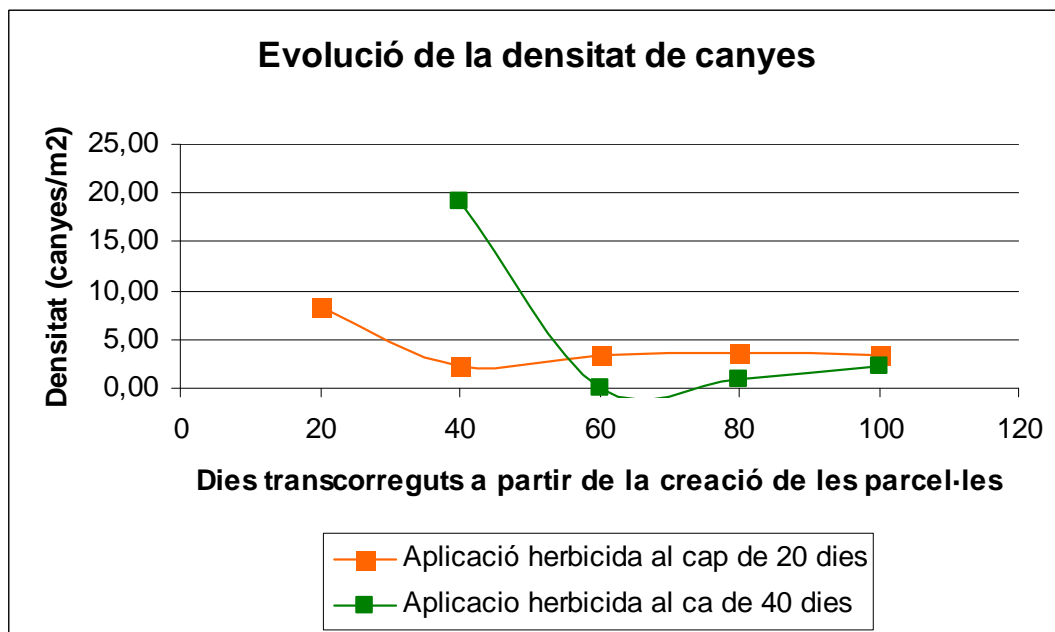
Un possible error és la no aplicació de l'herbicida a finals d'estiu i principis de tardor, moment en el qual està comprovat que s'obtenen millors resultats. Per l'estudi de l'evolució del creixement, però, ens interessava realitzar-ho a principis o meitat del període de creixement.

És important també, veure com afecta el glifosat a les altres espècies presents a les parcel·les i que no han estat directament ruixades amb herbicida. En un primer moment, aquestes espècies herbàcies procedents del banc de llavors existent al sòl d'origen van assecar-se per complet, per tant, tot i tenir cura a l'hora d'aplicar l'herbicida la vegetació del voltant se'n va veure afectada. Posteriorment, al cap de 40 dies després de l'aplicació ja es començava a veure la presència d'aquestes herbàcies. Un any després de l'aplicació, les espècies herbàcies recobreixen totalment les zones de la parcel·la no ocupades per la canya.

Per tal de seguir amb l'experiència, i comprovar les dades referents a altres estudis en les que s'atribueix al glifosat la capacitat d'eradicar la canya d'una zona després de poques aplicacions, caldria ruixar la canya amb herbicida fins a la seva total eliminació.



Gràfic 5. Evolució de les alçades mitjanes en el tractament amb herbicida. Font. Elaboració pròpia. CAL??



Gràfic 6. Evolució de la densitat de canyes en el tractament amb herbicides. Font: Elaboració pròpia

Podem apuntar que és més recomanable l'aplicació de l'herbicida un cop la canya ha assolit una certa alçada. Tot i així, caldrà seguir investigant i realitzant el tractament en el període en que la canya es veu més afectada.

Pressupost orientatiu de la tècnica d'aplicació d'herbicida: 0.2€/m²

Segons la bibliografia per tal d'eradicar la canya mitjançant l'aplicació d'herbicides és necessària un desbrossada inicial del terreny i un mínim de 3 aplicacions, així el pressupost orientatiu d'eradicació de la canya és de: 1.4 €/m²

4.7 Proposta d'investigació de noves tècniques

4.7.1 Eliminació de la canya per inundació

Segons diferents estudis, la canya no té capacitat de rebotar en zones totalment inundades. En aquest sentit es podria investigar una tècnica consistent en la desbrossada de la canya i la inundació posterior de l'espai.

Aquesta tècnica només pot ser utilitzada en zones fluvials o d'aiguamoll en que la presència d'aigua sigui constant al llarg de l'any i en que la canya estigui prop del llit del riu i a una cota poc superior a la cota inicial del nivell de la làmina d'aigua (si no fos així s'hauria de crear una estructura de grans dimensions per tal de fer pujar de manera considerable el nivell de l'aigua). També cal una superfície ocupable als espais adjacents al curs fluvial en qüestió.

Per tal de poder tenir una làmina d'aigua més o menys constant que inundi la zona amb la presència del canyar, es pot realitzar una mota²¹ de terra transversal a la direcció del corrent que permetria pujar el nivell de l'aigua i mantenir una làmina d'aigua constant. Per augmentar l'estructura de la mota de terra es pot crear un esquelet intern amb material del riu com blocs de grans dimensions o estructures de fusta tipus *krainer*²² (veure annex 1. Tècniques de restauració). Per tal d'evitar fenòmens d'excavació als dos costats de la mota de terra cal que tingui pendents suaus.

Aquesta estructura transversal al riu té caràcter temporal, és a dir, amb el temps i una vegada la canya no tingui la possibilitat de rebrot, s'incorporarà al curs fluvial a partir de la sedimentació natural de material aigües amunt de la mota o pel rentat de l'estructura aigües avall en moments de crescudes del nivell de l'aigua.

Per tal de revegetar la zona d'aigües tranquil·les i augmentar així la competència amb la canya es pot plantar canyís (*Phragmites australis*), espècie amb una gran capacitat d'expansió i colonització de les zones amb aigües tranquil·les permanents.

²¹ Apilament de terra per a diferents usos

²² Tècnica d'enginyeria naturalística consistent en la creació d'una estructura amb troncs



Imatges 25 i 26. Zones recentment inundades a la riera de la Betzuca a Sant Quirze del Vallès (Barcelona).
Font: Naturalea Conservació, sl

És interessant l'estudi d'aquesta tècnica ja que permet l'eliminació de la canya sense la introducció de materials dins la llera (com plàstics en el cas de la tècnica de cobriment de l'escullera), la generació elevada de residus ni l'impacte accentuat de l'espai. A més, el fet que la superfície a tractar estigui inundada accelera els processos de recuperació i regeneració de l'espai.

4.7.2. Trituradora de pedra

Una experiència que es realitza actualment, però que no se n'ha estudiat de manera exhaustiva els resultats, és la trituració de la canya mitjançant una trituradora de pedra.

Es tracta d'una màquina capaç de triturar tot tipus de sòl fins a deixar el material resultant amb partícules semblants a la sorra (0.06-2mm). La profunditat màxima que pot assolir són els 20cm. Com a exemple, la màquina en qüestió s'utilitza per triturar l'asfalt in-situ a les carreteres (Conversa amb Trenchsalvic).

La tècnica utilitzada per Trenchsalvic és la trituració inicial de la part aèria de la canya mitjançant tractors amb braços desbrossadors o altra maquinària similar. A continuació, es realitza la primera passada sobre la superfície de la canya amb la trituradora de pedra. Posteriorment, es passa un subsolador que és una màquina capaç de remoure el terreny, d'aquesta manera els fragments de rizoma situats en capes inferiors i que no han estat afectats per la trituradora en la primera passada poden situar-se a la superfície. A partir d'aquí es torna a passar la trituradora de pedra per tal d'eliminar la resta de rizoma.

Per tal d'assegurar un bon resultat, segons Trenchsalvic, és necessari repetir l'experiència un mes després de la primera intervenció.

<i>El preu per hora de la màquina per a triturar el rizoma és de 115euros/hora (IVA i transport no inclòs)</i>
--

Com ja s'havia comentat, els resultats d'aquesta experiència no han estat analitzats de manera exhaustiva, a més, el fet que sigui una tècnica recent no permet, a hores d'ara, tenir dades de la seva

evolució a mitjà i llarg termini. Un possible inconvenient és que no t'assegura l'eliminació completa del rizoma i, que per tant, sempre hi ha la possibilitat de que pugui tornar a rebrotar. I d'aquesta manera, si no se'n fa un bon manteniment, a la llarga la canya pot recolonitzar l'espai.

Tot i així, si es comprova la seva eficàcia i es realitzen plans d'actuació amb un manteniment periòdic, pot tractar-se d'un mètode interessant per a l'eliminació de la canya ja que redueix de manera considerable el temps destinat a l'actuació respecte les altres tècniques estudiades i no genera residus.

4.7.3 Arrencat i aprofitament del residu generat com a biomassa

Una opció que cada vegada té més pes en la nostra societat és l'aprofitament de la canya per tal de generar energia a partir de la biomassa.

La biomassa és una important font d'energia considerada com a renovable. Es basa en la utilització del material derivat de les plantes i animals (que a la vegada s'alimenten de plantes i altres animals) com fusta, deixalles agrícoles, fems d'animals, etc. Es tracta d'una font d'energia barata, relativament neta (com a mínim, més que la procedent de combustibles fòssils) i, que necessita de tecnologies poc complexes.

Les plantes absorbeixen l'energia solar usant-la per iniciar el procés de la fotosíntesis. Aquesta energia pot recuperar-se mitjançant la crema (igual que un combustible fòssil). Durant la crema, la biomassa genera calor i diòxid de carboni, el qual va ser absorbit prèviament durant el creixement de la planta. D'aquesta manera, l'ús de la biomassa per produir energia és com si es dugués a terme el procés invers a la fotosíntesis. D'altra banda, a la natura tota la biomassa, a la llarga, es descompon en molècules amb el conseqüent alliberament de calor. L'alliberament de calor amb la generació d'energia de la biomassa reproduceix aquest procés.

Per aquest motiu l'energia produïda a partir de la biomassa és una forma d'energia renovable. En principi, utilitzant aquesta energia no s'afegeix diòxid de carboni a l'ambient, al contrari que amb els processos derivats de combustibles fòssils.

A. donax és una espècie extraordinàriament productiva que pot arribar a créixer uns 5-10cm per dia, arribant a produir més de 10 tones per hectàrea de massa seca (Perdue 1958; Dudley 2000). Actualment, ja existeixen diferents estudis que demostren que la canya és un bon agrocombustible per a la creació d'energia a partir de la biomassa.

Segons un estudi iniciat per la Florida-based Biomass Investment Group (BIG), s'estima que la canya produeix entre 25-30T/ha. Assumint que la matèria seca de 30T/ha/any produeix 17.1GJ/T, una hectàrea de canya produeix al voltant de 75 barrils d'oli equivalents²³.

En aquest sentit, tot el material extret en processos d'eliminació de la canya podria gestionar-se per tal que es pogués aprofitar per a la creació d'energia a partir biomassa. Cal però, un estudi exhaustiu del balanç energètic de tot el procés (incloent tasques de transport, etc.). A més, cal una important reflexió sobre l'important mecanisme de dispersió que té l'A. donax i l'impacte al medi que comportaria el seu cultiu. Tanmateix, actualment els estudis relacionats amb la canya i el seu aprofitament com a biomassa es centren en la producció d'aquesta com a agrocombustible, i no com a residu procedent de l'eliminació d'aquesta espècie al medi. I és aquí on s'haurien de centrar els esforços per complementar els resultats obtinguts en el present estudi.

4.8 Plànols de situació de les actuacions

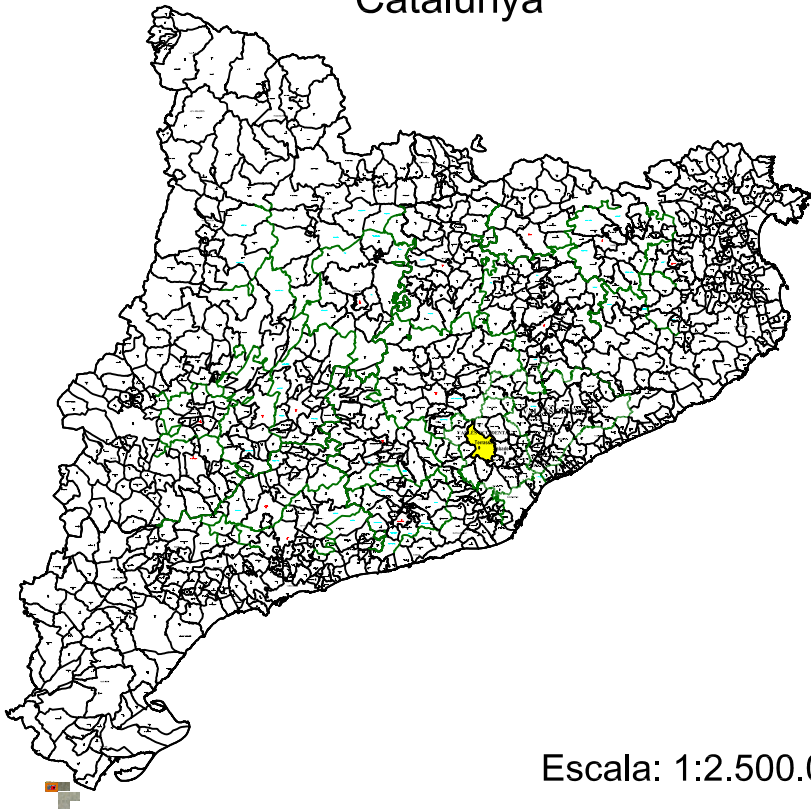
A continuació es mostren els plànols referent a la localització dels diferents àmbits d'estudi explicats en aquest apartat. Igualment, es mostren imatges de la distribució de les parcel·les a la Finca de Can Salas, tm de Terrassa (Barcelona).

Plànols 1. Localització de les mostres d'estudi situades al tm de Terrassa (Full 1 de 2 i 2 de 2)

Plànol 2. Localització de les actuacions realitzades Montornès del Vallès i Sabadell

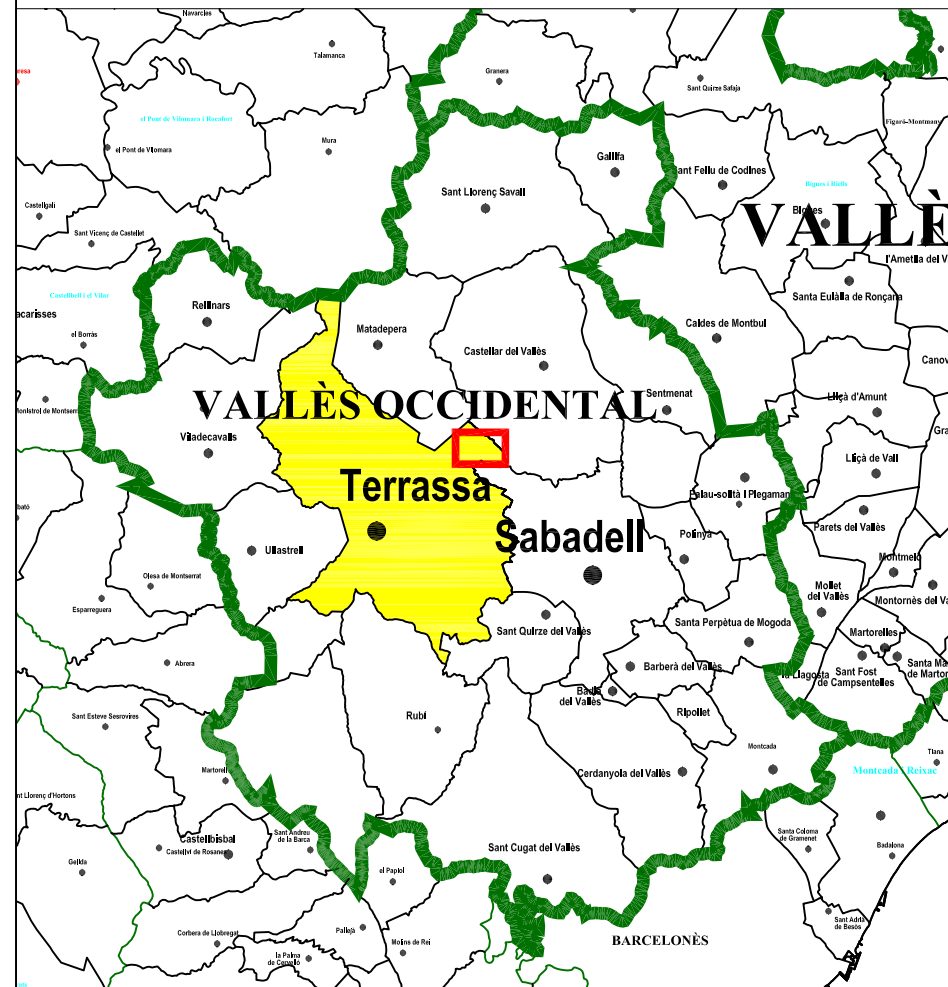
²³ Un Barril d'oli equivalent és una unitat d'energia basada en l'energia aproximada alliberada en cremar un barril (159.6L) d'oli cru, i es equivalent a 6.1GJ

Localització del terme municipal de Terrassa a Catalunya



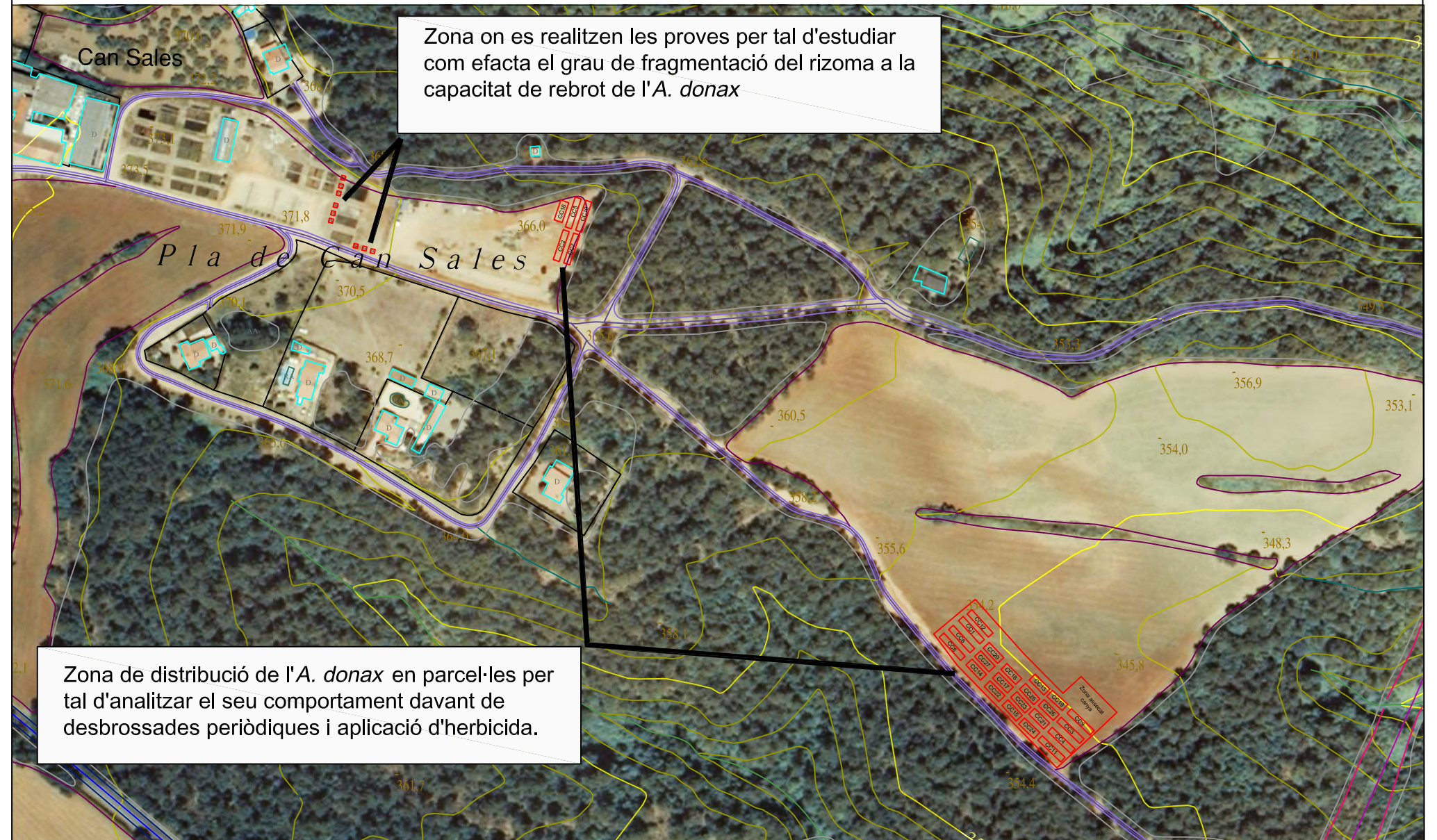
Escala: 1:2.500.000

Localització del terme municipal de Terrassa al Vallès Occidental



Escala: 1:300.000

Ubicació de les mostres d'estudi (UTM aprox: 42087, 4605049)



Escala: 1:2.500

Vista general de la zona d'ubicació de les mostres d'estudi



Escala: 1:20.000

Títol del projecte:

Estudi de noves tècniques per a l'eradicació de l'*Arundo donax*

Autora: Elisabet Mota i Freixas

Tutor: Ferran Rodà

Director: Albert Sorolla Edo

UAB

Universitat Autònoma de Barcelona

1 de setembre de 2009

Plànol 1: Localització de les mostres d'estudi situades al tm de Terrassa

Full 1 de 2

Font: Elaboració pròpia a partir de mapes de l'ICC



Escala: 1:800



A photograph showing a dirt path leading through a field of young corn plants towards a dense forest. The path is made of brown earth and is flanked by rows of green corn stalks. In the background, a thick line of trees, including many pines, forms a dark green wall under a clear sky.



Escala: 1:350



Títol del projecte:

Estudi de noves tècniques per a l'eradicació de l'*Arundo donax*

Autora: Elisabet Mota i Freixas
Tutor: Ferran Rodà
Director: Albert Sorolla Edo


UAB
Universitat Autònoma de Barcelona

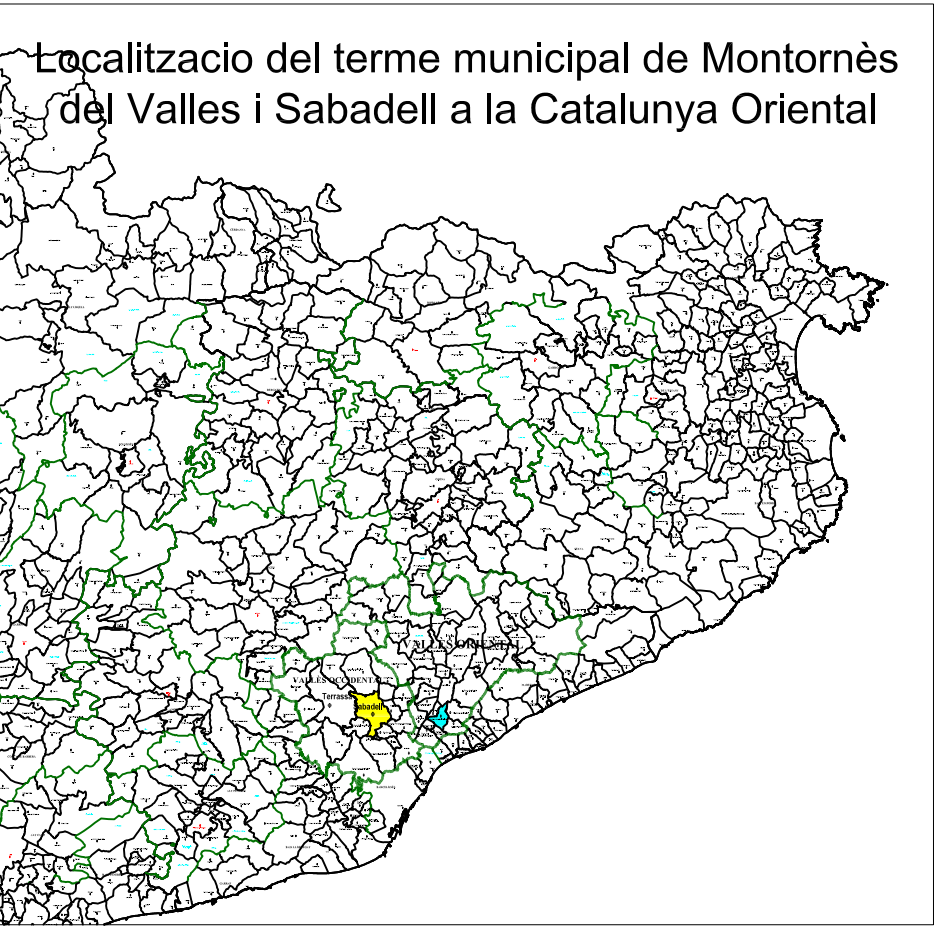
1 de setembre de 2009

Plànol 1: Localització de les mostres d'estudi situades al tm de Terrassa

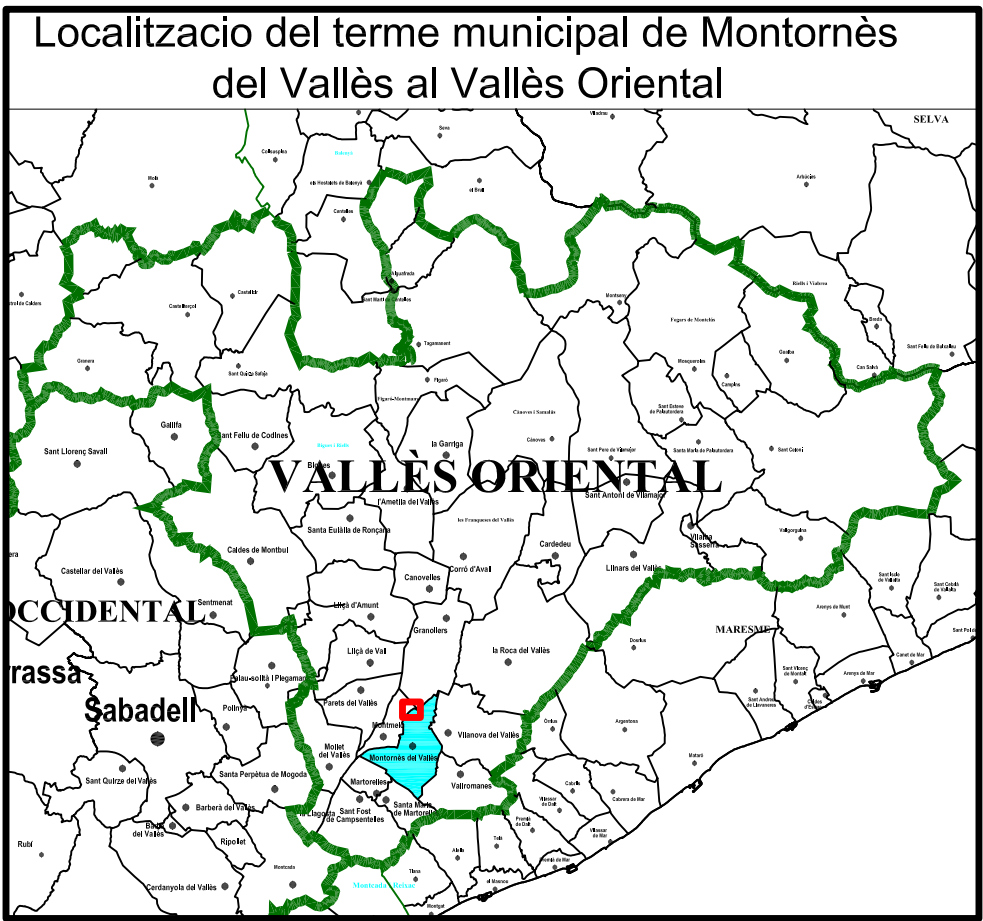
Full 2 de 2

Font: Elaboració pròpia a partir de mapes de l'ICC

A simple line drawing of a north arrow. It consists of a circle with a vertical line passing through its center. At the top of the vertical line, there is a small triangle pointing upwards, indicating North. The letter 'N' is placed above the circle.



Escala: 1:1.500.000

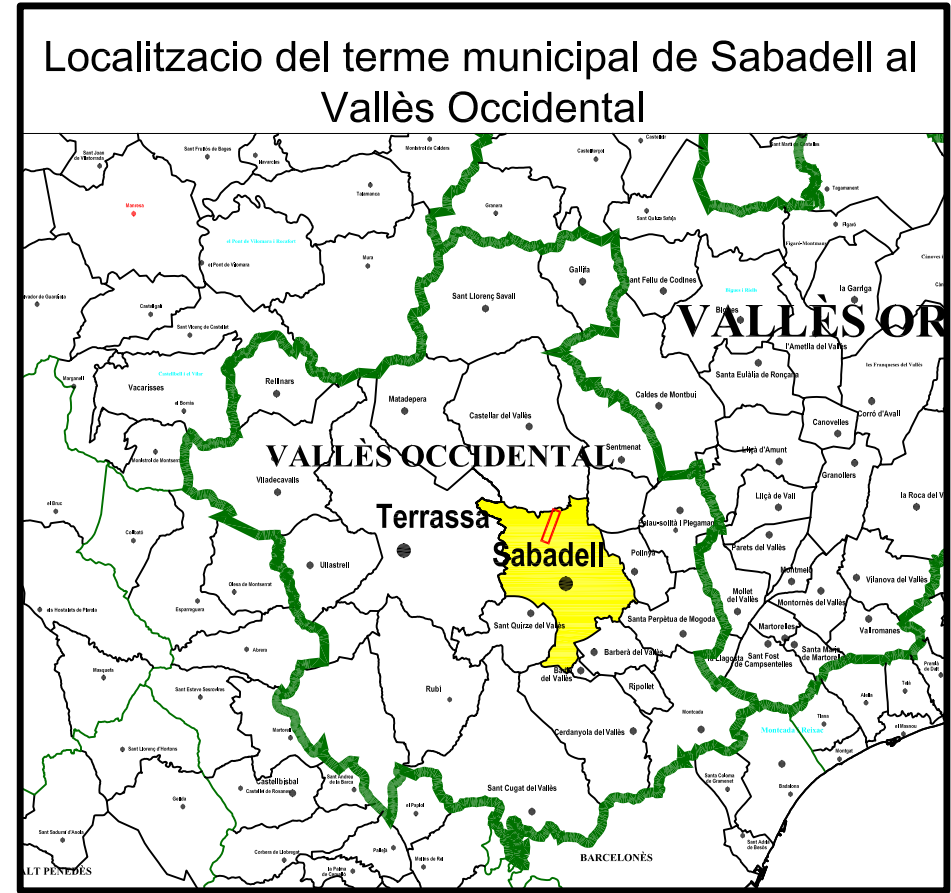


Escala: 1:400.000



Àmbit d'intervenció Escala: 1:15.000

Montornès del Vallès
Polígon Industrial Riu Congost



Àmbit d'intervenció. Torrent de Colobrers Escala: 1:400.000



Àmbit d'intervenció. Torrent de Colobrers Escala: 1:15.000

Títol del projecte:

Estudi de noves tècniques per a l'eradicació de l'*Arundo donax*

Autora: Elisabet Mota i Freixas
Tutor: Ferran Rodà
Director: Albert Sorolla Edo

UAB
Universitat Autònoma de Barcelona 1 de setembre de 2009

Plànol 2: Localització de les actuacions realitzades a Montornès del Vallès i Sabadell

Full 1 de 1

Font: Elaboració pròpia a partir de mapes de l'ICC



5. Restauració del medi afectat per l'eradicació de l' *A. donax*

En aquest apartat es farà una breu introducció a la necessitat de rehabilitació d'un espai on s'han realitzat tasques d'eliminació de l'*A. donax*. Existeixen múltiples tècniques que permeten la recuperació d'un espai de ribera, tot i així, no són motiu d'anàlisi en aquest projecte ja que significaria entrar en una temàtica que, tot i ser molt interessant, té una gran extensió.

És molt important tenir sempre present que l'eliminació de l'*A. donax* d'un sistema ripari ha d'anar sovint acompanyada de la restauració d'aquest espai fluvial. La majoria de les tècniques d'eliminació de la canya exposades en aquest estudi afecten directament l'estructura del sòl. És important, doncs, afavorir la revegetació de l'espai per tal d'evitar qualsevol problema que pugui derivar en la degradació del medi.

D'entrada però, cal valorar si realment és imprescindible actuar, és a dir, a vegades l'eliminació d'un nucli petit de canya dins d'una ribera en bon estat de conservació, permet plantejar-se la no-intervenció. Segons Godé (2008) és justificable una plantació en el cas que el recobriment vegetal de la zona per espècies autòctones sigui inferior al 15%. Es considera que un 15% és suficient per tal que hi pugui haver una recuperació espontània de la zona. Aquesta premissa però, pot veure's modificada en el cas que es vulgui introduir taxons que han desaparegut o que n'hi hagi pocs exemplars, que hi hagi la certesa que la recuperació de les formacions ripàries potencials no s'esdevindrà de manera natural o convingui accelerar el procés de recuperació de la zona ripària.



Imatge 27. Riera de Vallvidrera a Sant Cugat del Vallès després de la retirada de la canya amb mitjans mecànics (2009).

Es pot observar per una banda, que aquesta tècnica és selectiva amb la vegetació autòctona i, per l'altra, que inicialment queda un terreny sense cobertura vegetal. En aquest cas es van introduir espècies per tal d'agilitzar el procés de revegetació de l'espai. Font: Elaboració pròpia.

Un cop feta aquesta valoració inicial, i si realment és necessari intervenir per accelerar el procés natural de revegetació de l'espai, en primer lloc s'han d'utilitzar les restes de vegetació autòctona presents a la zona per tal de respectar els requeriments ecològics de l'espècie. En el cas que no sigui possible s'ha d'utilitzar planta procedent de la mateixa conca hidrogràfica.

Cal tenir present que la restauració de l'espai no només és la plantació d'arbres o arbustos. Hi ha una multitud de tècniques que acceleren de manera considerable el procés de rehabilitació d'un espai fluvial. El conjunt d'aquestes tècniques s'engloba en el concepte de *bioenginyeria*. Les anomenades tècniques de bioenginyeria utilitzen el material vegetal viu com a element de construcció, sol o combinat amb materials inerts. Tenen funcions tècniques, ecològiques, estètiques i econòmiques. Els objectius marcats els assoleix aprofitant els múltiples rendiments de les plantes i utilitzant tècniques constructives de baix impacte ambiental.

Cada espai fluvial necessitarà d'un sistema o altre de rehabilitació. És important, conèixer amb profunditat les diferents tècniques de restauració i aplicar-les en les situacions que més convinguin. Un mal disseny d'una actuació pot comportar greus problemes a un espai ripari.

Per tal de mostrar algunes de les tècniques de bioenginyeria més utilitzades, s'ha realitzat un recull a l'apartat d'annexos del mateix document.

6. Conclusions: Comparació de les diferents tècniques d'eradicació de l'*A. donax* estudiades

Arribat aquest punt, cal fer una revisió dels aspectes ja estudiats en el present projecte. En primer lloc, s'han analitzat els impactes que exerceix la canya al medi, fent especial èmfasi en les qualitats del bosc de ribera. A continuació, s'ha fet un recull de les tècniques actualment utilitzades per a eradicar la canya. Aquesta informació ha estat bàsica per tal de realitzar l'anàlisi de noves tècniques d'eradicació de l'espècie. En aquest apartat, s'han proposat millores per a les tècniques ja conegudes i se n'ha estudiat de noves que puguin cobrir les mancances de les anteriors i que minimitzin els recursos utilitzats, i en definitiva l'impacte al medi.

No obstant, no disposem de cap procediment que ens permeti identificar quina, d'entre aquestes tècniques és la més adequada. D'una banda, perquè els espais riparis presenten realitats ben diverses i per tant, en cada un d'ells serà més idònia la utilització d'una o altra tècnica, i per l'altra, aquestes cinc tècniques analitzades es diferencien per motius ben diversos: l'impacte que exerceixen a l'estructura de sòl, el grau de recursos consumits (transport de material, ús de maquinària, necessitat de mà d'obra..), els costos econòmics, etc. Així, l'elecció de la millor de les tècniques implicaria la realització d'un anàlisi cost-benefici, fet que suposaria reduir totes les variables a una única unitats, per exemple una unitat monetària o unitat d'energia. Aquesta unificació d'unitats significaria un exercici arbitrari i una important pèrdua d'informació a causa de la reducció de tots els elements a un estàndard unidimensional. Una eina de maximització de beneficis i minimització de costos no és del tot adequada per valorar la complexitat i "multidisciplinarietat" de les variables que envolten la valoració d'aquestes tècniques.

Sense la voluntat de situar de manera inequívoca una de les tècniques per sobre de les altres o fer una llista ordenant-les de més a menys idònies, en aquest projecte es considera més interessant un anàlisi comparatiu a través d'un procediment multicriteri que ens permeti un millor coneixement de la multidimensionalitat dels pros i contres de cadascuna de les tècniques.

Si parlem sobre els beneficis, les 5 tècniques comparteixen el fet que permeten l'eradicació de la canya i, per tant, possibiliten la recuperació de boscos de ribera autòctons. Amb aquesta recuperació s'aconsegueix evitar el desplaçament de la vegetació i fauna autòctona d'un indret, restablir les característiques ecològiques, evitar modificacions dels cursos fluvials i els riscos de creació de taps a la llera, reduir l'important consum hídric que té la canya, evitar la inestabilitat de talussos, els problemes de plagues o els incendis, i recuperar el paisatge propi dels ambients de ribera. Degut a que aquests beneficis són comuns en els cinc casos estudiats, la comparació de les tècniques es pot centrar en l'anàlisi dels seus costos d'execució.

Per a fer aquest anàlisi comparatiu entre tècniques s'ha elaborat una taula de doble entrada en la qual es creuen les cinc tècniques amb un seguit de variables. L'anàlisi no vol ser exhaustiu sinó un intent d'ordenar i visualitzar tota la informació necessària per escollir la tècnica més adequada en cada cas.

Les variables utilitzades per a comparar les diferents tècniques són: els recursos necessaris per a realitzar l'actuació (mà d'obra, maquinària, aport de terra, plàstic, etc); el temps d'execució necessari per tal d'obtenir uns bons resultats en l'eradicació de la canya; l'afectació a l'estructura del sòl amb el moviment de terres necessari; les limitacions a l'hora d'executar-la; la quantitat de residus generats; el perill de toxicitat; i per últim el cost econòmic. De cara a l'ampliació de l'anàlisi, i amb l'objectiu d'obtenir uns resultats amplis i complets, seria molt interessant introduir conceptes de beneficis i costos socials, càlculs energètics, etc. En aquest cas però, acotarem l'estudi a aquestes variables.

Per cadascuna de les variables s'ha classificat cada tècnica en alt, mitjà i baix, a excepció dels costos que s'ha calculat el cost econòmic de l'eradicació per m².

Taula 6. Anàlisi multicriteri de les diferents tècniques d'eradicació de la canya

Variable Tècniques	Recursos necessaris	Temps d'execució	Afectació a l'estructura del sòl	Limitacions	Residus generats	Perill toxicitat	Costos econòmics
Desbrossada periòdica	Mitjà Necessitat de mà d'obra alta Necessitat baixa de recursos materials	Alt Necessitat de diversos períodes de creixement (diversos anys)	Baixa	Alta És difícil eliminar completament la canya. Possibilitat de que torni a rebrotar. Necessitat d'execució durant el període de creixement de la canya	Baix La canya triturada amb les desbrossadores pot deixar-se a la zona.	Baix	4 €/m²
Arrencat i triturat	Mitjà (maquinària, trituradora, mà d'obra,...)	Baix	Alta Necessitat de tasques de restauració	Mitjana No es pot realitzar en marges escullerats o amb altres tipus de defenses hidràuliques	Baix El material triturat es pot deixar el terreny com a <i>mulch</i>	Baix	28 €/m²
Arrencat i enterrat	Mitjà (maquinària, plàstic, mà d'obra,...)	Baix	Alta Necessitat de tasques de restauració	Mitjana No es pot realitzar en marges escullerats o amb altres tipus de defenses hidràuliques	Alt El plàstic biodegradable resta al sòl fins a la completa degradació	Baix/mitjà	15 €/m²
Cobrint amb plàstic biodegradable	Alt (maquinària, terra de reompliment, ret orgànica, plàstic,...)	Baix	Mitjà Pèrdua de la capa orgànica superficial del sòl	Baixa	Alt El plàstic biodegradable resta al sòl fins a la completa degradació	Baix/Mitjà	12 €/m²
Aplicació d'herbicida	Baix/mitjà (desbrossada inicial, herbicida i aplicador)	Mitjà Es necessita de diverses aplicacions i repartides en diferents períodes de creixement	Baixa	Alta Utilització en zones properes a cursos fluvials per evitar lixiviació. Necessitat d'execució durant el període de creixement	Baix No és necessari retirar la canya seca (a no ser que es tracti d'un volum molt gran i que pugui ocasionar problemes en cas d'avinguda)	Alt	0.6 €/m²

A continuació, a diferència de la primera taula, es fa un intent de processar la informació quantificant les variables definides. Cal tenir presents els inconvenients que té igualar cada una de les variables a una única unitat de mesura, per tant, el resultat que se'n derivi no es pot aplicar de manera automàtica (s'estaria reproduint els mateixos errors que en l'anàlisi cost-benefici).

S'han quantificat les variables associant un valor a cadascuna de les etiquetes introduïdes en la primera taula realitzada (alt, mitjà i baix). S'ha fixat el valor "1" per el màxim impacte i "0" per el menor. La resta de valors són proporcionals. En el cas però dels costos econòmics, s'ha associat el valor "1" a la tècnica amb un cost d'execució més elevat i "0" aquella amb el cost menor; a la resta de tècniques se'ls ha associat un valor entre 0 i 1 proporcional a la diferència real de costos.

Per ajudar a processar la informació es pot fer la suma ponderada de cada valor. D'aquesta manera la tècnica amb menys puntuació seria la més adequada d'utilitzar. En aquest, cas s'ha considerat que les diferents variables tenen la mateixa importància dins del càlcul. Tanmateix, decidir sobre el pes relatiu de cada variable seria com fixar "preus relatius" i per tant el mètode no es diferenciaria del de cost-benefici (Martínez Alier, et al. 2001).

Així doncs, la taula 7 mostra un intent de quantificar els criteris de comparació de les 5 tècniques estudiades, tenint present que la definició de les diferents variables per a cada tècnica segueixen presents a la taula X i que poden ajudar a matisar molts dels resultats obtinguts quantitativament.

Taula 7: Anàlisi de les diferents tècniques mitjançant variables quantificades

Variable Tècniques	Recursos necessaris	Temps d'execució	Afectació a l'estructura del sòl	Limitaci ons	Residus generats	Perill toxicitat	Costos econòmics
Desbrossada periòdica	Mitjà (0.5)	Alt (1)	Baixa (0)	Alta (1)	Baix (0)	Baix (0)	4€/m ² (0.12)
Arrencat i triturat	Mitjà (0.5)	Baix (0)	Alta (1)	Mitjana (0.5)	Baix (0)	Baix (0)	28€/m ² (1)
Arrencat i enterrat	Mitjà (0.5)	Baix (0)	Alta (1)	Mitjana (0.5)	Alt (1)	Baix/ Mitjà (0.25)	15 €/m ² (0.52)
Cobrimet amb plàstic biodegradable	Alt (1)	Baix (0)	Mitjà (0.5)	Baixa (0)	Alt (1)	Baix/ Mitjà (0.25)	12 €/m ² (0.41)
Aplicació d'herbicida	Baix/mitjà (0.25)	Mitjà (0.5)	Baixa (0)	Alta (1)	Baix (0)	Alt (1)	0.6 €/m ² (0)

De la taula es pot extreure que la tècnica que combina un menor impacte al medi amb uns costos econòmics baixos és la desbrossada periòdica (2.62 punts). Per altra banda, aquella amb l'índex d'impacte més elevat és l'*arrencat i enterrat de la canya i el rizoma* (3.77 punts).

D'altra banda, l'herbicida és una tècnica que en la majoria dels casos s'hauria d'evitar i més tractant-se d'actuacions que en general es realitzen prop de cursos fluvial. Tot i així la seva valoració és de les més baixes.

Així doncs, la millor manera de comparar les diferents tècniques, i decidir-se per una, és aquella en què pots tenir en compte totes les variables, és a dir, treballar amb la taula 6.

Com a conclusió, es pot dir que el fet que aquestes tècniques per a l'eradicació de la canya estiguin condicionades per variables tan diferenciades implica que depenent de la zona en què s'hagi d'aplicar, l'època de l'any, la urgència dels resultats, la quantitat de recursos disponibles i residus generats, etc., en una situació concreta sigui més idònia i efectiva la utilització d'una o altra tècnica.

7. Propostes de millora de l'estudi de tècniques d'eliminació de la canya

- Augmentar la mostra per tal d'obtenir millors resultats estadístics.
- Aplicar l'herbicida amb un colorant per tal de marcar clarament les canyes ruixades i evitar que algunes no siguin tractades.
- Realitzar un treball de camp més exhaustiu pel que fa al coneixement popular de pagesos i ramaders sobre les tècniques utilitzades en l'eliminació de la canya
- Documentar-se més abastament de les possibilitats d'utilitzar la canya com a font d'energia a partir de la biomassa, per tal de discriminar si és o no viable aquesta utilització.
- Comparar els diferents plàstics biodegradables del mercat per tal d'utilitzar aquell en què l'impacte al medi sigui menor.
- Preveure amb antelació que degut als terminis d'entrega del projecte no es podria acabar d'obtenir dades referents a finals d'estiu i tardor de 2009 i per tant la comparació entre el primer i el segon any no tindria sentit ja que mancarien dades.

8. Futures línies d'investigació

Un cop arribat a aquest punt, cal dir que l'aportació que ha fet aquest projecte en el món de l'eradicació de la canya és com un petit gra de sorra. A partir de petites experiències com aquesta es podrà anar creant un coneixement més profund de com actua la canya i de les possibles tècniques a utilitzar per eliminar-la. De ben segur, que les tècniques proposades en aquest estudi quedaran obsoletes d'aquí pocs anys si es segueix generant coneixement a partir de noves experiències.

- Allargar el període d'investigació, completant les dades referents el 2009 i seguint durant diferents períodes de creixement més per tal de tenir més informació de l'evolució del creixement de la canya després de l'aplicació de les tècniques.
- Estudar en profunditat, mitjançant la seva aplicació al medi, les tres tècniques d'eliminació de la canya proposades: eliminació de la canya per inundació, triturat de la canya i el rizoma amb una trituradora de pedra i arrancat de la canya i aprofitament de la biomassa per a la producció d'energia.
- Estudar la possibilitat de transformar el material resultant de l'arrencat de la canya (rizoma i part aèria) en compost que pugui ser utilitzat en les tasques posteriors de restauració del medi.
- Seguir investigant i proposant noves tècniques per el control de l'*A. donax*

9. Referències bibliogràfiques

- AHMED, M. et al. (1977). "Ecology and behavior of *Zyginidia guyumi* (Typholocycloinae:Cicadellidae) in Pakistan" *Pak. J. Zool.* 9(1), p. 79-85.
- ANGELINI, LG., CECCARINI, L. i BONARI, E. (2004). "Biomass yield and energy balance of giant reed (*Arundo donax* L.) cropped in central Italy as relates to different management practices" *Science Direct* vol. 22, p. 375-389.
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE INGENIERÍA DEL PAISAJE. *Bases para proyectar las técnicas de Ingeniería Biológica. Curso teórico*. València 14 i 15 d'octubre de 2008.
- BAÑARES Á., et al. (2004). *Atlas y Libro Rojo de la Flora Vascular Amenazada de España*, Madrid, Dirección General de Conservación de la Naturaleza.
- BELL, G.P. (1993). "Biology and growth of giant (*Arundo Donax*)" *Arundo Donax workshops proceedings*, Santa Ana, California Exotic Pest Plant Council and Team Arundo.
- BELL, G.P. (1997). *Ecology and management of Arundo donax, and approaches to riparian habitat restoration in southern California*., New Mexico, The Nature Conservancy of New Mexico.
- BHANWRA, R.K. (1988). "Embryology in relation to systematics of Gramineae" *Annals of Botany*.II vol. 62, p. 215-233
- CHADWICK & ASSOCIATES (1992). *Santa Ana River use attainability analysis*, Canada.
- CHEE YOKE HEONG (2006). "Nuevas pruebas del peligro del herbicida Roundup" *Revista del Sur*, 160.
- COOK, C.D.K. (1990). *Aquatic Plant Book*, Netherlands, SPB Academic Publishing.
- DAAR, S. (1983). "Using goats for brush control" *The IPM Practioner* 5(4), p. 4-6.
- DEMIRBAŞ, A. (2000). "Biomass resource facilities and biomass conversion processing for fuels and chemicals" *Science Direct* vol 42, p. 1357-1378.
- DECRUYENAERE, J.G. i HOLT, J.S. (2001). "Seasonality of clonal propagation in giant reed" *Weed Sci* 49, p. 760-767.

- DITOMASO, J.M. i HEALY, E.A. (2003). *Aquatic and Riparian Weeds of the West*, University of California, ANR Publications.
- DUDLEY T.L.(2000) *Invasive Plants of California's Wildlands - A. donax L.*, Berkeley, University of California Press.
- DUNNE T. i Leopold L.B.(1978). *Water in environmental planning*, Nova York, W.H.Freeman & Company.
- ELSE, JA. (1996). *Post-Flood establishment of native woody species and an exotic, Arundo donax, in southern California riparian system*, San Diego State University, tesi doctoral.
- ESPAÑOL, C. (2007). *Arundo donax en Cataluña. Métodos de control y eliminación*, Universitat de Barcelona, projecte fi de carrera.
- FERREIRA, MT., RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, PM., AGUIAR, FC. i ALBUQUERQUE, A. (2005). "Assessing biotic integrity in Iberian rivers: Development of a multimetric plant index" *Science Direct* vol. 5, p. 137-149.
- FITTER, A.H. i HAY, R.K.M. (2002). *Environmental Physiology of Plants*, San Diego, Academic Press.
- FOLCH, R. La vegetació dels Països Catalans.
- GODÉ, LL., GARCÍA, E. i GUTIÉRREZ, C. (2008). *La gestió i la recuperació de la vegetació de ribera: guia tècnica per a actuacions en riberes*. Barcelona, Agència Catalana de l'Aigua.
- HERRERA, A.M. i DUDLEY, T.L. (2003). *Reduction of riparian arthropod abundance and diversity as a consequence of giant reed (Arundo donax) invasion*, Berkeley, University of California.
- JACKSON G.C. et al. (1994) *Identification of silica present in the giant reed (Arundo donax L.*, Puerto Rico, Universidad de Puerto Rico.
- MALANSON, GP. (1993). *Riparian landscape*, Cambridge, Cambridge University Press
- MARTÍNEX ALIER, J i ROCA, J. (2001). *Economía ecológica y política ambiental*. 2a edició. Fondo de Cultura Económica, Mèxic.
- NATURALEA CONSERVACIÓ (2003). *Informe relatiu a la interacció ornitofauna – treballs de neteja de lleres*. Consorci del Besòs.

- PAPAZOGLU, EG. (2007). "*Arundo donax* L. Stress tolerance under irrigation with heavy metal aqueous solutions" *Science Direct* vol. 211, n^o1-3, p. 304-313.
- SIMMONS, A. (2005) "*Arundo donax*: Management and prevention in the San Joaquin", Team Arundo del Norte.
- PERDUE, R.E. (1958). "*Arundo Donax* - source of musical reeds and industrial cellulose" *Economic Botany* 12: 368-404.
- PRAT, N., PUÉRTOLAS, L. i RIERADEVALL, M. (2008). *Els espais fluvials. Manual de diagnosi ambiental*. Barcelona, Diputació de Barcelona. Xarxa de Municipis i Obra Social "la Caixa".
- REJMÁNEK, M. (1989). "Invasibility of plant communities" a A. Drake i A. Mooney (editors) (1989). *Biological invasions: a global perspective*, Brisbane, John Wiley & Sons, 369-388.
- RICHARDSON, D.M.P.P. et alt. (2000). "Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions" *Divers*, 6, p. 93-107.
- SÁNCHEZ, FJ. (2008). *Proyecto de I+D+I para la optimización de técnicas de bioingeniería para mejora del estado ecológico y estabilización de márgenes de los ríos. (fondo especial RDI 9/2008)*. Mediodes
- SÁNCHEZ, S. I BOADA, M. (2004). *Seguiment de la vegetació de ribera, el seu paper en la dinàmica dels ecosistemes fluvials i la influència del cabal com a factor hidrològic*, Universitat Autònoma de Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals.
- SANZ ELORZA M. et al. (2004). *Atlas de las Plantas Alóctonas Invasoras en España*, Madrid, Dirección General para la Biodiversidad.
- SPENCER DF., KSANDER, GG. i WHITEHAND, LC. (2004). "Spatial and temporal variation in RGR and leaf quality of a clonal riparian plant: *Arundo donax*" *Science Direct* vol. 81, p. 27-36.
- SPENCER, DF., LIOW, PS., CHAN, WK., KSANDER, GG. i Getsinger, KD. (2005). "Estimating *Arundo donax* shoot biomass" *Science Direct* vol 84, p.272-276
- SPENCER DF. i KSANDER, GG. (2006). "Estimating *Arundo donax* ramet recruitment using degree-day equations" *Science Direct* vol. 85, p. 282-288.
- TEAM ARUNDO DEL NORTE (2009). *Sonoma Creek Watershed Project Description for Team Arundo del Norte. Arundo Eradication and Coordination Program*.

THORNBY, D., SPENCER, D., HANAN, J. i SHER, A. (2007). "L-donax, a growth model of the invasive weed species, *Arundo donax*". *Science Direct* vol. 87, p. 275-284.

THORNLEY, J.H.M i JOHNSON, I.R. (1990). *Plant and Crop Modelling: A Mathematical Approach to Plant and Crop Physiology*, Oxford, Clarendon Press.

ZUNIGA, G.E., et al. (1983). "Hydroxamic content in wild and cultivated Gramineae" *Phytochemistry* 22(12), p.2665-2668.

Pàgines web:

Californian Invasive Plant Council. Invasive plants of California's Wildland, 2009: www.cal-ipc.org

Trituradores Llambès: www.trituradoasmmabes.com

Agència Catalana de l'aigua: www.gencat.cat/aca

Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: www.marm.es

Glossari

Autoecologia: Ecologia de les espècies i dels individus

Avinguda: Augment del cabal d'un curs d'aigua per efecte de la pluja

Bioenginyeria: Branca de l'enginyeria que utilitza les plantes vives com a elements constructius, de forma combinada o no amb material inert.

Biòtic-a: Relatiu o pertanyent a la vida o als essers vius

Bosc de ribera: Sistema forestal, normalment caducifoli, que creix a banda i banda dels cursos fluvials, llacs, etc. sobre sòls que mantenen un nivell d'aigua freàtica més o menys permanent.

Branca viva: Fragment llenyós d'una planta amb capacitat de reproducció vegetativa.

Coefficient d'escolament: Relació entre l'aigua caiguda en una conca i l'aigua que flueix pel riu fora d'aquesta

Creixement monopodial: Presència de només una tija per planta.

Crescoda extraordinària: Episodi de gran augment del cabal circulant en un riu que té lloc amb menys freqüència que les crescudes ordinàries.

Crescoda ordinària: Episodi d'augment de cabal circulant en un riu que té lloc amb certa freqüència (entre 1 i 7 anys, segons el tipus de riu)

Desbrossada: Eliminació completa o parcial de l'estrat herbaci d'una zona determinada.

Espècie exòtica: Espècie introduïda des d'una contrada estrangera amb independència del temps que fa que és present al nou hàbitat i del tipus de sistema (natural o no) ocupat.

Espècie introduïda: Espècie que ha estat transportada per l'home, superant barreres biogeogràfiques que de manera natural resulten infranquejables.

Espècie invasora: Espècie naturalitzada que depassa d'un determinat llindar espacial i temporal en les seves capacitats invasives. Concretament, per via reproductiva l'espècie naturalitzada ha de ser capaç de produir noves poblacions allunyades 100 m o més de la inicial, i en menys de 50 anys. Per via vegetativa l'espècie naturalitzada ha de ser capaç de produir noves poblacions allunyades 6 m cada 3 anys.

Espècie naturalitzada: Espècie que després de ser introduïda és capaç de superar barreres biòtiques (meiosi, pol·linització, fecundació, embriogènia, producció de diàspores vegetatives, supervivència a depredadors, etc.) abiòtiques (adaptació a les condicions climàtiques, edàfiques, etc.) podent reproduir-se de manera regular.

Estaca: Fragment de branca que es planta a terra perquè faci arrels i esdevingui un arbre o arbust.

Eutrofització: Enriquiment nutritiu natural o artificial d'un ecosistema aquàtic que comporta un creixement massiu dels productors primaris (algues).

Feixina viva: Conjunt de feixos cilíndrics de branques vives tallades de plantes llenyoses, amb la finalitat que un cop plantades a terra arrelin i desenvolupin plantes senceres. Un feix és un conjunt de tiges, branquillons, bastons, etc., disposats paral·lelament i lligats junts.

Fitocida: producte emprat per matar o impedir el desenvolupament de certes plantes i llavors, com ara arboricides, herbicides i fungicides.

Freàtic: Relatiu o pertanyent a les aigües subterrànies.

Hàbitat: Conjunt de condicions ambientals (sòl, microclima, factors biòtics, físics, químics, energètics, etc) en què es desenvolupa la vida d'un ésser viu.

Helòfit: Forma biològica de les plantes perennes amb la part inferior coberta d'aigua i la superior, habitualment florífera, situada per damunt de l'aigua.

Herbicida: Producte utilitzat per a destruir les males herbes.

Hidràulica: Part de la mecànica que estudia l'equilibri i el moviment de l'aigua i d'altres fluids.

Hidròfit: Forma biològica de les plantes aquàtiques amb fulles flotants o submergides que tenen els òrgans de supervivència sota l'aigua durant l'època desfavorable.

Hidrosembra: Sembrada que es projecta a pressió sobre una superfície d'una barreja d'aigua, llavors fertilitzants, *mulch* i estabilitzadors i fixadors, per fixar les llavors i *mulch* al terreny, i donar les condicions idònies per el seu ràpid establiment.

Mulch (també encoixinat): Material orgànic o inorgànic que, estès sobre la superfície del sòl en millora les condicions, el protegeix de l'impacte de d'agents externs com la pluja o el vent i facilita un bon desenvolupament de la vegetació.

Nivell freàtic: Part superior d'un aqüífer lliure on la pressió de l'aigua s'iguali a la de l'atmosfera.

Pertorbació: Modificació sobtada de l'estat d'equilibri d'un hàbitat o espècie, en la que s'altera la seva funció i/o condicions.

Radicular: Relatiu o pertanyent a les arrels o radícules vegetals.

Riba: Des del punt de vista ambiental, la riba correspon a la interfase entre la superfície mullada habitual i les planes o terrasses laterals on s'ubiquen les riberes. La riba, per tant, forma part de la llera del riu i és el suport d'una vegetació hidròfila adaptada a les crescudes recurrents, a la immersió temporal o al soterrament amb llims.

Ribera: Des del punt de vista ambiental, correspon a les zones laterals de la llera, per fora de la riba, on el nivell freàtic del curs fluvial permet la presència d'una vegetació pròpia de zones humides que s'estén per la terrassa baixa i les planes al·luvials immediates.

Ripari: propi de la ribera

Rizoma: Tija subterrània que presenten alguns vegetals i que és capaç de propegar-se vegetativament.

Tàxon: Unitat sistemàtica en la classificació de plantes i animals, o de les seves agrupacions, de qualsevol rang.

Vegetació nativa: Vegetació pròpia d'una zona.

Acrònims

ACA: Agència Catalana de l'Aigua

Cal-IPC: California Invasive Plant Council

EPA: Unites States Environmental Protection Agency

EUA: Estats Units d'Amèrica

OMS: Organització Mundial de la Salut

ONG: Organització no governamental

TAN: Team Arundo del Norte

Tm: Terme municipal

UICN: Unió Internacional per a la Conservació de la Naturalesa

USDA: United States Department of Agriculture

Programació temporal

		Any 2008						Any 2009				
		Abril	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.	Maig	Juny	Juliol	Agost	Set.
Fase I. Definició del tema i recerca bibliogràfica	Elecció del tema											
	Recerca bibliogràfica i lectura											
	Recopilació antecedents											
	Definició dels objectius generals											
Fase II. Obtenció de les dades	Realització de l'actuació a Montornès del Vallès (Barcelona)											
	Realització de l'actuació a Sabadell (Barcelona)											
	Transport i acopi del material a les instal·lacions de Can Salas (tm de Terrassa, Barcelona) i inici del mostreig											
	Recull dades de camp											
Fase III. Anàlisi i tractament de la informació	Anàlisi de dades											
	Redacció del contingut											
	Elaboració de material gràfic											
Fase IV. Entrega del document	Impressió i entrega del projecte											
	Presentació del projecte											

Inicialment la temporalització estava prevista de realitzar de tal manera que es poguessin comparar les dades de creixement de la canya en dos períodes de creixement vegetatiu. A la pràctica, el fet de no poder obtenir les dades completes del període de creixement de la canya de l'any 2009 (primavera-estiu-tardor) ha fet que l'anàlisi de dades no fos complet i que no es poguessin treure resultats congruents referents al 2009, motiu pel qual no s'han inclòs en l'anàlisi.

Pressupost

Concepte	Quantitat	Preu unitat (€/unitat)	PREU TOTAL (€)
RECURSOS HUMANS			
Hores oficina	320 h	12 €/h	3840
Hores treball de camp	142 h	15 €/h	2130
Hores operari especialista	15 h	19.92 €/h	298.8
Desplaçaments i dietes			
Transport	430 km	0.078 €/Km	33.54
Dietes	4 u	9.5 €/u	38
SUBTOTAL RECURSOS HUMANS			6340.34€
RECURSOS MATERIALS			
APLICACIÓ DE LES TÈCNiques			
Tècnica de cobriment de l'escullera a Montornès del Vallès	54 m ²	12 €/m ²	648
Confecció de les parcel·les de canya a Can Salas, tm de Terrassa			
Hores camió*	20 h	65€/h	1300
Hores retroexcavadora*	16 h	60.38€/h	966.08
Hores de miniexcavadora*	5 h	42.1€/h	210.5
Material numeració parcel·les	15 u	2€/u	30
Material parcel·les 2x2	9 u	2.5€/u	22.5
Tècnica d'arrencat de la canya i cobriment amb un plàstic biodegradable	20m ²	15	300
Material treball de camp			
Desbrossades	30 h	21.61€/h	648.3
Herbicida	1L	18.64 €/L	18.64
Cinta mètrica	1u	5 €/u	5
MATERIAL D'OFICINA			
Impressions A4	600 u	0.06	36
Impressions A3	18 u	0.25	4.5
Fotocòpies	120 u	0.03	3.6
Enquadernacions	4 u	2	8
SUBTOTAL RECURSOS MATERIALS			4201.12€
COST FIX			
Infraestructures			600
Amortització material			
Trucades			
SUBTOTAL COST FIX			600€
TOTAL (sense IVA)			11141.46€
IVA (16%)			1782.63€
TOTAL (IVA inclòs)			12924.09€

* inclou maquinista

Agraïments

M'agradaria donar les gràcies en primer lloc a tota la gent de Naturalea (els que hi són i els que ja no hi són), gràcies a ells he après moltíssimes coses i he disfrutat bojament del treballar. A l'Albert, que gràcies a les seves bones idees i iniciativa per a provar coses noves he pogut posar fil a l'agulla a aquest projecte. També a tota aquella gent que m'ha ajudat a fer el treball de camp i que ha patit sota el Sol d'estiu, desbrossant o prenent dades. Agrair al Ferran Rodà que tot i les meves visites espaiades en el temps hagi acceptat ser el tutor d'aquest projecte.

També donar les gràcies a familiars i amics que a partir del moment que vaig començar a treballar en el tema de la canya en veuen per tot arreu i pregunten per ella. Sempre és d'ajuda explicar en veu alta el treball. Finalment, agrair especialment al Marc per la seva paciència i bons consells.

Annexos

Índex

Annex 1. Recull de les principals tècniques de bioenginyeria per a la restauració de rius

Annex 2. Recull de dades meteorològiques

Annex 1. Recull de les principals tècniques de bioenginyeria per a la restauració de rius

La Bioenginyeria és la branca de l'enginyeria que utilitza les plantes vives com a elements constructius, de forma combinada o no amb material inert

Podem dividir la bioenginyeria en tres sub-classificacions en funció del material utilitzat i el seu objectiu. Al llarg de tot l'àmbit d'intervenció s'han aplicat tècniques de cada una de les sub-classificacions en funció de les demandes concretes de la zona.

L'Enginyeria Naturalística engloba aquelles tècniques que utilitzen exclusivament material viu i matèries primeres (troncs, pedres, terres, etc.). La planta viva un cop està desenvolupada aporta la base de l'estructura necessària per a l'estabilització de marges o la restauració de l'ecosistema. En aquest cas s'han realitzat dues tècniques distintes: per una banda el trenat viu i per l'altra la feixina viva.

L'Enginyeria Biofísica engloba aquelles tècniques que utilitzen material viu conjuntament amb productes elaborats (xarxes, geosintètics, etc.). Dins aquesta classificació s'ha instal·lat rotllos estructurats en fibra tipus Plant Carpet i Plant Pallet, unitats d'helòfits estructurats en fibra tipus Plant Plug i geomalles permanents tipus C-350 de NAG.

L'Enginyeria Estructural-vegetable, que no és pròpiament bioenginyeria engloba aquelles tècniques que utilitzen productes fàcilment vegetables on la planta viva millora l'estructura, però són els materials constructius els que aporten la base necessària. En aquest sentit s'ha refet l'escullera del sobreexidor de Can Cabanyes, introduint a mesura que es construïa i entre els blocs de pedra, estacs vives de salze.

A continuació es farà un recull de diverses tècniques de Bioenginyeria per a la restauració de rius. Ni de bon tros es mostren totes les tècniques existents, tot i així, servirà com a una petita mostra d'aquest tipus de tècniques.

Enginyeria Naturalística

Cobertura de branques

Característiques tècniques	<p>Es tracta d'un recobriment del marge del riu, prèviament remodelat, mitjançant la plantació de vares que protegeixin des del principi, de l'erosió causada pel moviment de l'aigua. S'aconsella que les vares siguin procedents de salzes arbustius (<i>Salix sp.</i>) o <i>Tamarix</i> degut a la seva capacitat de propagació vegetativa. Per a una millor protecció del peu del talús es pot realitzar una "cobertura armada".</p> <p>L'acció en profunditat exercida per l'aparell radical fa que en el moment de la seva vegetació s'aconsegueixi una forta estabilització del terreny. La protecció exercida per la part aèria afavoreix una ràpida colonització de la vegetació de ribera típica de la zona.</p>
Camp d'aplicació	<p>Es tracta d'una tècnica eficaç per a la superfície de riberes amenaçades pel corrent d'aigua i pel moviment de les ones. Es pot aplicar tant en el cas de noves construccions com en la correcció de danys. També pot ser una tècnica adequada per a la integració d'una escullera de pedra. No es convenient utilitzar-la en rius amb elevada capacitat de transport sòlid.</p>
Detalls executius	<p>Aquesta tècnica només es pot realitzar durant el període de parada vegetativa, essent la millor època a finals de tardor.</p> <p>Cobertura de branques amb vares de salze</p> <p>a) Remodelat dels marges del riu fins aconseguir un pendent de 30-35°.</p> <p>b) Col·locació de 3 o més files paral·leles d'estaques de castanyer o làrix clavades al terreny, de 60 cm i sobresortint 30 cm, en la mateixa direcció que el corrent, amb una distància entre files de 1 m. La distància entre les estaques pot variar de 1 a 3 m màxim, segons la posició hidràulica.</p> <p>c) Col·locació d'un estrat continu de vares de salze o branques, en el sentit transversal a la direcció del corrent i amb el diàmetre més gran, introduït al sòl o en la rasa en contacte amb l'aigua.</p> <p>d) Ancoratge de les vares a les estaques mitjançant filferro galvanitzat i recobriment de les vares amb terra vegetal de 7-8 cm d'espessor. Ha de quedar un 50% de la superfície de les vares al descobert per a permetre el creixement de les noves gemmes. La base de la rasa, es recobreix amb un estrat de pedres de petites dimensions o grava.</p> <p>e) Protecció del peu del talús: defensa amb blocs de pedra de 0,2 m³ col·locats en un o dos nivells per sobre la grava per tal de garantir una millor estabilitat. A partir d'aquesta defensa és possible col·locar barres de salze o castanyer sense escorça a la base dels blocs de pedra. Els blocs poden ser esporàdicament substituïts per troncs longitudinals.</p> <p>Cobertura armada</p> <p>Consisteix en col·locar els blocs de pedra amb un cable d'acer que uneixi cada un dels elements amb el propòsit d'obtenir una millor protecció del peu del talús.</p>

A continuació dels passos descrits en el cas anterior:

a) Perforació dels blocs de pedra per permetre la introducció d'una barra d'acer coarrugat amb un trauc i cimentació de morter.

b) Fixació del cable a les estacades, o com a alternativa, a les barres d'acer clavades als fons del riu a una profunditat de 150-200 cm. y amb una distància variable de 2 a 5 m segons les exigències de l'obra, amb l'objectiu de fer més estable la defensa del marge.

Una vegada finalitzada l'obra, són necessàries tècniques de manteniment mitjançant la selecció de salzes de manera que s'afavoreixi l'aparició d'altres espècies (vern, freixe, etc.). Es recomana tallar les vares per sobre del nivell del sòl entre novembre i març. Es pot fer una tallada arran del sòl cada 2 o 4 anys o bé cada any, tallant fileres de 3 a 5 metres amb la finalitat d'obtenir una estratificació del terreny. En aquells llocs on el creixement dels salzes no impedeixi el flux del corrent es pot tractar amb podes cada 7 o 10 anys.



	
Avantatges	<p>Confereix una protecció immediata de l'erosió mecànica i una estabilització en profunditat mitjançant una densa retícula d'arrels, amb vegetació arbustiva elàstica i duradora.</p>
Desavantatges	<p>Necessitat d'una elevada quantitat de material viu, que a la vegada requereix de temps i mitjans elevats per a la seva execució.</p> <p>Són necessàries obres de manteniment.</p>
Font: Naturalea Conservació, sl	


Krainer

Característiques tècniques	<p>Mur de gravetat format per una estructura cel·lular de troncs de fusta distribuïts en dues parets, combinat amb l'inserció de plantes vives. El deteriorament de la fusta (en algunes desenes d'anys) pressuposa que els paràmetres d'estabilitat del mur es basen en un paràmetre extern assimilable a un pendent ben vegetat i a un terreny amb bones característiques per al desenvolupament de la vegetació. Amb un bon manteniment (poda periòdica de les plantes) es pot obtenir una acceptable estabilitat per a pendents de l'ordre de 60°.</p> <p>Existeix la variant a una paret, però en aquest cas és preferible en situacions d'espai limitat o quan es prioritza la funció de revestiment respecte la funció d'estabilitat. Es tracta del mateix entramat que en la modalitat a dues parets, però sense la col·locació del tronc longitudinal situat dins l'estructura.</p>
Camp d'aplicació	Estabilització i construcció de riberes fluvials amb una velocitat de corrent superior a 4m/s i sotmeses a erosió.
Detalls executius	<p>Muntatge de l'estructura de troncs:</p> <p>El pla de col·locació de l'estructura es realitza en contra del pendent i en funció del càlcul d'estabilitat (5°-15°).</p> <p>La primera fila de troncs es col·loca en sentit paral·lel a la ribera. Els troncs es van unint mitjançant l'encastació i fixació amb claus metàl·liques.</p> <p>A continuació es col·loca el següent pla de troncs perpendicularment a la primera fila i a la línia de ribera. També s'ha de fixar amb claus metàl·liques. En la variant a una paret, els claus amb puntes perpendiculars a la ribera s'introdueixen al terreny mitjançant excavadora.</p> <p>Reompliment de l'estructura i col·locació del material vegetat viu:</p> <p>Després de realitzar un dels plans complets de troncs, s'omple l'estructura cel·lular amb material inert compactant-la, i posteriorment es col·loquen estakes vives i plantes arrelades en posició horitzontal (una cada 10-15 cm per a cada ordre de troncs longitudinals, és a dir, 20-30 estakes/planta per cada metre quadrat de paràmetre extern de l'entramat viu), o plantes erectes. Les estakes o branques vives hauran de tenir una longitud similar a la profunditat de l'estructura (1,5-3m) per aconseguir un arrelament profund; és suficient que emergeixin del sòl uns 10-30cm.</p> <p>En els buit de l'estructura cel·lular es col·loquen feixines vives de salze per evitar la pèrdua de materials fins.</p>


	
Avantatges	Ràpida estabilització de la ribera.
Desavantatges	<p>A més de l'elevat temps necessari per a la seva realització, la fusta es podreix amb el temps, pel que és necessari que les branques inserides a l'estructura estiguin vives i arrelin profundament, de manera que substitueixin la funció d'estabilitat de la ribera una vegada la fusta ha perdut la seva funció.</p>

Deflector viu estructurat amb krainer.

Característiques tècniques	<p>Obra transversal respecte la direcció del riu, situada en un o ambdós marges. El seu objectiu és la reducció de la velocitat de l'aigua i de la mescla amb reducció de la velocitat de flux que permet la deposició de material sòlid. També constitueixen punts de refugi per a la fauna.</p> <p>Es realitza mitjançant pals de fusta introduïts verticalment al curs d'aigua i branques vives o mortes entrelaçades, a més de pedra, estacs vives,...</p> <p>S'utilitza per tal de limitar l'amplada de la secció del riu i així dirigir el cabal mig cap el centre del curs, protegir ribes sotmeses a erosió i meandrificar el curs.</p>
Camp d'aplicació	<p>S'apliquen en cursos d'aigua amb una amplada mínima de 10m.</p> <p>Els seus objectius són:</p> <ul style="list-style-type: none">- Consolidació dels marges del llit ordinari dels cursos fluvials amb una estructura biodegradable.- Desviaments del canal d'aigües baixes.- Evitar la formació de nous canals d'aigües baixes.- Augment de la diversitat morfològica del curs fluvial.- Consolidació de la vegetació pròpia de ribera.- Protecció de la base de talussos fluvials amb processos d'erosió local.- Potenciació de processos de meandrificació del riu i del règim de transport de sediments.- Per tal de crear bons refugis per a la fauna piscícola
Detalls executius	<p>Prescripcions:</p> <ul style="list-style-type: none">- Han de realitzar-se durant el període de parada vegetativa.- La distància entre deflectors ha de ser similar a l'amplada del curs d'aigua o 1,5 – 2 vegades la longitud dels propis deflectors.- Si l'objectiu és el de reduir la secció del riu, els deflectors han d'estar situats en posició contraposada als dos marges.- Per tal d'aportar un efecte meandriforme, els deflectors es col·locaran alterns amb una distància que respecti la cadència natural dels meandres (8-12 vegades l'amplada del curs fluvial) <p>Mètode d'execució</p> <p>a) Excavació d'un rasa per cimentació com a base del recolzament del material (30-50cm de profunditat x 50-70 cm de longitud).</p> <p>b) Inserció de la fila de pals verticals (2 o 3 en funció de les dimensions del</p>


	<p>deflector). A continuació, els pals s'uneixen entre sí mitjançant travesses intercalades amb estrats de branca morta.</p> <p>c) Recobriment de l'obra amb grava i pedra, preferiblement obtinguda in situ. Recolzades als pals, en sentit longitudinal, es col·loquen les feixines vives, que després del seu desenvolupament ofereixen un bon refugi per a la fauna.</p> <p>d) Realització d'un protector del deflector d'aigües amunt i avall mitjançant pedres de mides adequades en funció de les característiques hidrodinàmiques del riu.</p> <p>e) És necessari realitzar manteniment de l'obra, en especial els dos primers anys després de l'execució.</p>
<p>Exemples/ esquemes</p>  <p>© MEDIODES, Medio Ambiente y Desarrollo</p>	
Avantatges	<p>A la llarga passen a formar part de la riba en continuïtat amb la vegetació. La presència de branques mortes disminueix la velocitat de l'aigua i de la mescla.</p>
Desavantatges	<p>Poden aparèixer erosions al cap i als peus del deflector, així com a la ribera, degut al moviment transversal de l'aigua i a les turbulències. És necessària una gran quantitat de material viu.</p>
Font: Naturalea Conservació, sl	

Entramat viu

Característiques tècniques	<p>Estructura de fusta constituïda per un entramat de troncs que forma una cambra frontal en la qual s'insereixen les feixines.</p> <p>Frontalment es col·loca un pla vertical sobre el que es claven els troncs horitzontals i transversals. L'obra, adossada a la ribera sotmesa a erosió, es completa amb el reompliment de terra i pedra a la part situada sota el nivell mig de l'aigua.</p>
Camp d'aplicació	<p>Riberes fluvials sotmeses a erosió. Pot utilitzar-se en cursos d'aigua amb elevada energia i transport sòlid fins i tot de grans dimensions.</p>
Detalls executius	<p>Muntatge estructura de troncs:</p> <p>Introducció vertical dels pals amb punta al llit del riu (mínim 2/3 de la seva longitud, longitud mínima 3 m) amb una distància de 2 metres seguint la línia original de la ribera. És aconsellable el reforç de les puntes dels pals verticals amb un revestiment metàl·lic. A continuació, s'instal·la la primera sèrie de troncs horitzontals paral·lelament a la línia de ribera, darrera els pals verticals, clavant-los a aquests. Es repeteix la mateixa metodologia per a les següents capes superiors.</p> <p>La primera fila de pals horitzontals pot col·locar-se per fora dels verticals per tal de reduir el pendent final del paràmetre extern, fet que contribuirà positivament al creixement de les plantes.</p> <p>Reompliment de l'estructura i col·locació del material vegetat viu:</p> <p>Col·locació de feixines mortes a les cel·les frontals per sota el nivell mig de l'aigua i reompliment de pedres. Per sobre el nivell mig de l'aigua, inserció de les feixines vives de salze i reompliment de terres.</p> 

Avantatges	Ràpida estabilització de la ribera.
Desavantatges	L'altura és limitada y el temps de realització llarg.
Font: Naturalea Conservació, sl	

Feixines de branca seca

Característiques tècniques	<p>Un dels sistemes més simples i eficaços per tal de retenir el sòl en talussos és la construcció de feixines amb brancatge procedent de branques o troncs cremats. Consisteix en clavar unes estakes de fusta a través de les quals s'estructura el material horitzontalment.</p> <p>Una vegada l'estructura està realitzada, és convenient dur a terme una plantació per quan es podreixi la fusta la planta realitzi el treball estructural.</p>
Camp d'aplicació	<ul style="list-style-type: none">- Aquesta tècnica es pot aplicar en talussos amb pendents equivalents a 60°.- Espais amb sòls nus i processos erosius intensos.- Terraplens amb pendents importants i amb material poc cohesionat.
Detalls executius	<p>Generalment es confecciona una feixina cada 0,5 metres de pendent, adaptant-se a la morfologia del talús.</p> <p>Aquestes feixines poden quedar a la vista o bé cobrir-se de material. Pot tractar-se de la mateixa terra o d'una manta i/o geomalla per tal de minimitzar els desprendiments de terreny.</p> <ul style="list-style-type: none">- El diàmetre de la branca ideal serà de menys de 7 cm, encara que dependrà de la topologia existent al medi. No s'han d'utilitzar espècies al·lòctones rebrotadores.- La densitat de plantació és de 3 arbustos de 60-80cm, per metre lineal.- Estakes de fusta: 1 estaca/m.l.
<p style="text-align: center;"><i>Esquemes/exemples</i></p> 	




© Naturalea Conservació S.L.

**Avantatges i
desavantatges**

Es tracta d'un sistema senzill que pot realitzar-se amb material procedent de restes de poda. Serveix com a tancament de zones afectades per drecceres.

Font: Naturalea Conservació, sl

Feixina viva

Característiques tècniques	Obra hidràulica longitudinal per a l'estabilització immediata del peu i la revegetació de riberes de rius, llacs i llacunes mitjançant la col·locació de feixines vives, realitzades a partir d'espècies amb capacitat de reproducció vegetativa.
Camp d'aplicació	En cursos d'aigua amb cabals de nivell mig relativament constants i amb una velocitat inferior a 3m/s, generalment combinades amb altres tècniques de defensa. El pendent del curs d'aigua no ha de superar el 5% i la oscil·lació del nivell mig de l'aigua no ha de superar el metre.
Detalls executius	<p>Mètode d'execució</p> <p>a) Obtenció de branques d'espècies llenyoses amb capacitat de propagació vegetativa com el <i>Salix</i> o el <i>Tamarix</i> de diàmetre mínim de 3cm.</p> <p>b) Col·locació de vares i branques alternes per igual dels àpexs i de la part baixa fins formar grapats cilíndrics de diàmetre 20-50cm. i de longitud 2-4m. Lligar finalment amb filferro en intervals de 50cm.</p> <p>c) Excavació d'una rasa poc profunda (20-60 cm) i col·locació de la feixina de manera que 1/2 o 1/3 de la mateixa es trobi al sòl o a l'aigua, a una altura equivalent al nivell mig de la làmina d'aigua. Els extrems de les diverses feixines han d'encastar-se.</p> <p>d) Fixació de la feixina amb estakes de salze vives o mortes o amb puntals d'acer, de manera que travessin la pròpia feixina (distància entre estakes de 0,8-1m i col·locades alternativament cap a les dues bandes respecte la feixina).</p> <p>e) Recobriment de la feixina amb una capa de terra. Només han de sobresortir petits fragments de les branques.</p> <p>La utilització del material viu s'ha de realitzar en el període parada vegetativa. Durant el període vegetatiu, la feixina ha d'estar parcialment fora de l'aigua.</p>
	
Avantatges	Es tracta d'una tècnica ràpida i senzilla.
Desavantatges	Necessita manteniment amb podes periòdiques.

Font: Naturalea Conservació, sl

Trenat viu

Característiques tècniques	<p>Es tracta d'una tècnica estabilitzadora lineal sobre el marge del riu, formada per un trenat de branques fixades al terreny mitjançant vares de fusta o acer, i posteriorment reomplertes de terra. La tècnica permet una ràpida retenció del material superficial del pendent i l'estabilització d'aquest en trenar-se en diverses capes. Per altra banda, el peu de la ribera també es protegeix d'erosions i possibles esllavissades.</p> <p>La disposició dels trenats de brancatge pot ser en files horitzontals o creuades entre si de manera que formin rombes o quadrats. Amb la finalitat d'obtenir una major eficàcia, és necessari realitzar la tècnica amb material viu que tingui capacitat d'emetre arrels adventícies.</p>
Esquemes/exemples	<div><p>Enteaje o trenado de ribera recién instalado Río Ega (Navarra)</p><p>© Camino Jaso</p></div> <div><p>© MEDIODES, Medio Ambiente y Desarrollo</p></div>
Camp d'aplicació	<p>El trenat viu s'instal·la sobre les riberes amb la finalitat de subjectar els estrats superficials del terreny en el cas d'erosió superficial o desaparició de la primera capa vegetada. També és un mètode adequat pel control de l'erosió de talussos dels marges.</p> <p>Té un efecte òptim sobre el règim de les aigües superficials. Tanmateix, no és recomanada la realització d'aquesta tècnica en cursos d'aigua amb pendent elevat.</p>
Detalls executius	<p>Materials</p> <ul style="list-style-type: none">- Vares elàstiques, poc o gens ramificades, d'espècies llenyoses amb bona capacitat vegetativa, que resultin fàcils d'entrellaçar i amb una longitud mínima de 150cm. Molt viable amb branques de <i>Salix</i> i <i>Tamarix</i>.- Estaques de fusta amb una longitud aproximada de 100cm i 12-14mm de diàmetre (també poden utilitzar-se barres de ferro corrugat)- Estaques vives amb una longitud inferior als 100 cm, amb capacitat d'emetre arrels adventícies.- Filferro i/o claus.

	<p>Mode d'execució</p> <p>Les estakes de fusta (o les barres de ferro) es claven al terreny no excavat, com a mínim dos terços de la longitud (50-80cm amb una distància entre elles de 1-3m). Entre aquestes estakes es claven les estakes vives amb un interval de 30cm aproximadament.</p> <p>Les vares es trenen a les estakes: la vara més baixa es posiciona en un petit solc excavat al terreny. Les altres, es poden col·locar fora del terreny o bé enterrades parcial o totalment amb la finalitat d'obtenir un millor arrelament. D'aquesta manera es col·loquen de 3 a 7-8 vares una damunt l'altra. Les estakes no han de sobresortir més de 5cm del trenat.</p> <p>Els trenats es col·loquen en files horitzontals amb una distància de 1,2-2m, travessant tot el marge o bé en files diagonals en forma de rombe o quadrat, que augmenten la capacitat antierosiva. L'altura del trenat fora del terreny ha de ser de 15-30cm, i no més, de manera que garanteixi una major estabilització.</p> <p>Finalment s'omple l'estructura amb terra per evitar possibles espais buits.</p>
	
<p>Avantatges</p>	<p>Exerceix una contenció immediata del terreny i s'adapta a la morfologia del talús.</p>
<p>Desavantatges</p>	<p>Els treballs de realització són llargs i complexes. No sempre es troben disponibles vares llargues i elàstiques en quantitats suficient, i l'arrelament és modest en proporció a la quantitat de material utilitzat.</p>
<p>Font: Naturalea Conservació, sl</p>	

Enginyeria Biofísica

Rotllo estructurat en fibra vegetat tipus Fiber Roll™

Característiques tècniques

Consisteix en un cilindre de 30 centímetres de diàmetre de fibra de coco premsada subjectada per una malla generalment no biodegradable.

La fibra de coco és un dels materials fibrosos naturals de degradació més lenta i és totalment innocu. S'obté de l'escorça del fruit, i sols és utilitzat per alimentació i per la indústria farmacèutica: la *copra*, per tant és un subproducte que fins ara ha tingut poca sortida comercial.

Aquest material d'estructura homogènia en el rotllo estructurat en fibra, presenta un grau de premsat avaluat per tal que hi hagi equilibri entre la degradació de la fibra i l'ocupació d'aquests espais per a les arrels de les plantes.

D'aquesta manera aquest material no perd l'estructura al llarg del temps tot i estar absolutament colmatada per vegetació. Per tal d'accelerar al màxim el procés i permetre una resistència a l'assecamet, així com altres variables ambientals generalment es pre-vegeten al viver.

Els Fiber rolls utilitzats seran de 3 metres de llarg i amb un diàmetre de 0,30 m., en aquest cas, el pes en sec ha de ser de 10 kg/m.

Els Fiber rolls s'instal·len amb les espècies vegetals ja incorporades i estructurades. Presenten un total de 30-36 exemplars d'espècies cada un: *Iris pseudacorus*, *Carex pendula*, *Carex distans* i *Sparganium erectum*. El Fiber roll pre-plantat pot estar emmagatzemat fora de l'aigua 2-3 dies sense resultar perjudicat, a excepció de l'estiu o primaveres molt càlides, èpoques en que faria falta prendre precaucions.

Amb aquesta estructura es garanteix una màxima qualitat de serveis i una integració paisatgística immediata.

El futur dels Fiber rolls a partir dels 5 anys ha de ser el de biodegradar-se, essent l'estructura vegetal que s'originarà la que mantindrà la funcionalitat.

- Diàmetre habitual de 0,30 m i fins a 1 m.
- Longitud de 3 o 6 metres
- Pes del rotllo en sec

Diàmetre (m)	0,30	0,40	0,50	0,60
Pes (kg/m.l.)	10,9	19,5	30	39,5

- Pes del rotllo de 0,30 m. de diàmetre humit: 30 kg/m.l.

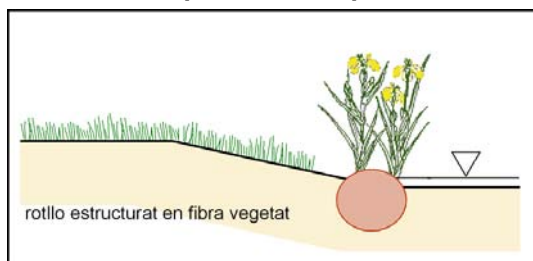
Esquemes/exemples



**Camp
d'aplicació**

- Revegetació de marges fluvials.
- Consolidació de marges fluvials.
- Delimitació de marges de llacunes en parcs urbans.
- Protecció dels marges afectats per l'erosió de les onades produïdes per embarcacions i activitats recreatives en canals, rius i embassaments.

Esquemes/exemples



**Detalls
executius**

- S'excavarà una rasa, prèvia a la instal·lació, de 0,15 m de profunditat per preparar el terreny. A la vegada, s'eliminarà el material groller i restes que poguessin interposar-se entre el sistema radicular de les plantes desenvolupades al rotllo estructurat i al propi sòl.
- S'inserirà el rotllo a la rasa i es reforçarà la instal·lació mitjançant estakes de fusta amb la punta afilada. En cas de subjecció a un substrat rocós o d'obra es col·locaran ancoratges i es lligarà el Fiber amb una corda de polipropilè de 0,5 cm de diàmetre protegida amb un recobriment de goma resistent a la intempèrie.
- Es col·locarà una estaca cada metre lineal i a banda i banda del rotllo (6 estakes en cas d'un rotllo de 3 m: 3 estakes al peu del talús i 3 estakes a banda i banda de la làmina d'aigua) asimètricament, de manera que tots els punts del rotllo quedin subjectats.
- Les estakes van lligades amb corda de fibra natural de com a mínim 2 mm Ø entre una banda i l'altra per augmentar la seva subjecció.
- La mida de les estakes ha de ser de 6-8 cm de diàmetre i 100-120 cm de llargada
- Les estakes no sobresortiran del diàmetre del rotllo; en el cas que així sigui, es tallaran.
- La instal·lació de diferents rotllos estructurats implica enfortir els punts d'unió mitjançant corda de polipropilè de 5mm de Ø reforçat, que estructuri els rotllos entre ells al llarg de tots els punts de la malla.

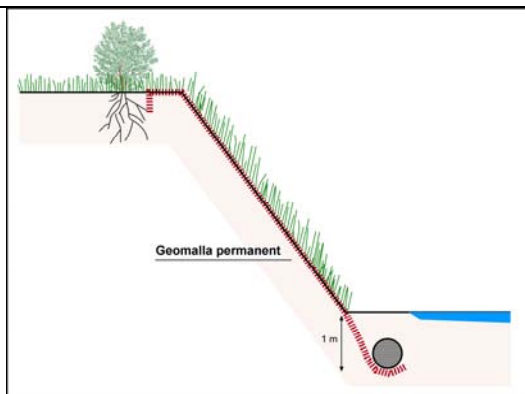
Esquemes/exemples



Font: Naturalea Conservació, sl

Geomalles

Característiques tècniques	<p>Les geomalles consisteixen en unes matrius orgàniques o sintètiques estructurades en malles de polipropilè per a la protecció del sòl en talussos, marges fluvials o altres àrees que requereixin una protecció superficial del sòl abans que aquest presenti una cobertura vegetal eficaç.</p> <p>Les matrius orgàniques consisteixen en substrats de fibra vegetal com la palla o el coco, que afavoreixen l'absorció de la humitat i protegeixen la llavor i el terreny gràcies a la densitat de la matriu.</p> <p>Igualment, el grau de degradabilitat de les matrius oscil·la entre 1 any (en el cas de la palla) i 4 anys (en el cas de la fibra de coco). Algunes geomalles presenten una combinació de palla i coco.</p> <p>Les malles de polipropilè hauran de presentar una resistència a la tracció superior a 110 Pascals en el cas de una única malla, i superior a 150 Pascals en el cas de la triple malla. A més, hauran d'estar tractades contra els raigs UV. La durabilitat és de 20 anys garantida, podent augmentar en el cas d'estar protegides contra els raigs UV.</p> <p>Actualment existeixen al mercat una gran varietat de geomalles, algunes de les quals només són estructures volumètriques per retenir el sòl. Són especialment interessants les geomalles de nova generació dissenyades per a espais fluvials com la C-350 de NAG. Aquestes mantes dissenyades per facilitar el flux d'aigua aguanten en perfectes condicions velocitats de més de 6 m/s, tal i com demostren diversos assaigs de laboratori.</p> <p>Aquestes mantes, pensades per anar vegetades amb herbàcies, també poden suportar arbres i arbustos sense perdre estructura.</p>
Esquemes/exemples	
Camp d'aplicació	<ul style="list-style-type: none">- Protecció de talussos amb pendents de fins a 70°- Creació de drenatges i canals temporals vegetats- Substitució de murs i gabions d'esculleres per garantir una protecció, reducció de costos de l'obra i possibilitat de que aparegui una colonització vegetal.
Esquemes/exemples	



Detalls executius

Instal·lació. Les geomalles s'instal·laran directament sobre el terreny, després de preparar lleument el sòl, eliminant les partícules més grolleres i reperfilant-lo mínimament per evitar socavacions o microtopografies que puguin evitar el contacte directe entre la geomalla i el terreny.

La geomalla es fixarà al terreny mitjançant grapes de ferro corrugat de 15 a 20 cm de longitud i 6-8 mm de diàmetre, com a estàndard. La mida i forma de l'estaca estarà determinada al projecte o en el seu cas per la Direcció d'Obra. El nombre de grapes és variable, en funció del pendent, la velocitat del flux d'aigua a marges fluvials, etc., oscil·lant entre 4 i 6 grapes per m^2 . Les grapes fixaran la geomalla al terreny evitant qualsevol espai buit.

La instal·lació a talussos amb pendents moderats es realitzarà a partir de la part superior del talús mitjançant l'obertura d'una rasa de 30 cm d'amplada i 25 cm de profunditat, en la que es fixarà la geomalla amb un plec i amb grapes cada 0,50 m. Els solapaments de cada rotlló de geomalla es realitzaran sobreposant-se entre 15 i 20 cm.

La part inferior de la geomalla quedarà fixada per mitjà d'una altra rasa de proporcions i procediment similar a la part superior.

Els extrems de la geomalla han de quedar protegits també mitjançant rases o estructures de protecció tal com travesses laterals o espigons que minimitzin els efectes de les turbulències en aquells punts en els que els canvis de rugositat generin socavacions o altres problemes erosius.

Pel que fa a la orientació de la geomalla respecte el talús o al marge, dependrà si ens trobem davant d'una canal fluvial o un talús convencional. Les indicacions es troben referenciades a les següents figures.

Igualment, l'orientació final de la instal·lació no serà un factor determinant de la viabilitat, sinó que condicionarà una correcte instal·lació.

Esquemes/exemples





Avantatges i desavantatges

- Màxima naturalització
- Costos d'execució baixos.
- No deixa de ser una canalització verda, doncs el sòl presentarà de manera permanent l'estructura tridimensional del plàstic.

Font: Naturalea Conservació, sl

Herbassar estructurat en fibra tipus Plant Pallet™ o Plant carpet™

Característiques tècniques

Es tracta de fibra vegetal laminar estructurada en una ret del material matriu, que posseeix una elevada biodegradabilitat, on s'han desenvolupat diferents hidròfits. Les arrels estan distribuïdes densament i homogènies per tota l'estructura, el que permet una ràpida fixació i una eficaç post-instal·lació.

Es tracta doncs de comunitats vegetals estructurades en fibra, de les quals en trobem dos tipus diferents de manera que siguin funcionals i quedin immediatament adaptades al medi des del mateix moment en que s'instal·len:

- Tipus **Plant Pallet™** : Les dimensions de la unitat són de 1m²: 1,25 x 0,8 m amb un gruix de 10 cm.

Les espècies que s'estructuren són la boga (*Typha sp.*) i el canyís (*Phragmites australis*). En el primer cas, les espècies varien en funció de les característiques del medi i la velocitat del flux de l'aigua, i poden ser *Typha. latifolia* o *Typha angustifolia*.

- Tipus **Plant carpet™**: Aquesta estructura presenta d'altres hidròfits com l'*Iris pseudacorus*, *Carex pendula*, *Carex vulpina*, *Sparganium erectum*, *Scirpus holoschoenus* en una estructura de 1x5 metres. Es tracta d'una estructura més gran ja que les espècies que la conformen no tenen una capacitat d'arrelament tan elevada com el canyís i la boga. Tècnicament consisteix en desenvolupar espècies pròpies d'una zona, si és possible produïda per ecotips locals per tal de reintroduir-les al medi en les condicions més favorables.

L'altura de l'herbassar amb la planta desenvolupada és de 0,20-0,40 m.

Esquemes/exemples



Camp d'aplicació

- Sistemes de depuració d'aigües residuals
- Retenció i estabilització de sediments
- Protecció d'alguns punts del curs fluvial susceptibles a l'erosió hídrica.
- Naturalització de llacunes i basses a parcs urbans i àrees de lleure.
- Naturalització d'esculleres i espigons
- Plantació d'espècies helòfites herbàcies amb una densitat, integració al medi i

	<p>nivell d'acabat de l'obra elevat.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estabilització de marges de talussos fluvials. - Naturalització de marges d'embassaments.
Detalls executius	<p>La instal·lació dels herbassars estructurats en fibra es realitza mitjançant la fixació amb estakes. La disposició i nombre variarà en funció del tipus de pendent, el medi on s'efectui la instal·lació, etc.</p> <p>Les estakes seran de fusta amb la punta afilada, amb un gruix idoni per fixar de manera eficient el canyís/boga al medi. En les primeres fases d'adaptació de la planta al substrat és important aquesta fixació, però ja passat aquest primer període, la planta haurà desenvolupat completament el seu sistema radicular i aconseguirà una fixació al medi de manera natural.</p> <p>Per realitzar una correcta instal·lació i per tant incrementar l'èxit de l'aplicació, és necessari:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reperfil el terreny - Netejar el terreny, eliminar el material groller com branques, troncs, roques i altres restes que puguin interposar-se entre el sistema radicular de les plantes desenvolupades a l'herbassar i el propi sòl. - Presentar l'herbassar - Fixar amb estakes de fusta, 12 uts. per 5 m² del Plant carpet™ a marges i llit del riu, i 8 uts. per 5 m² en aigües tranquil·les. En el cas del Plant pallet™ 5 uts. per m² reduïble a 4 en aigües tranquil·les. <p>El material es subministra vegetat i és fàcilment transportable i manipulable. S'haurà de tenir cura durant el transport de no malmetre el sistema radicular, evitant les agressions físiques i procurant un nivell òptim d'humitat.</p> <p>El temps que passi entre el transport i la instal·lació no podrà ser superior a 48 hores. Durant aquest temps s'haurà d'emmagatzemar en un espai on l'estrès hídric sigui mínim.</p>


Esquemes/exemples



Avantatges i desavantatges	<p>No s'ha d'acceptar aquest material amb un sistema radicular poc desenvolupat i amb densitats de plantació menors a les establertes.</p> <p>Té un cert risc de només una setmana de ser arrencades abans d'arrelar al terreny natural.</p>
-----------------------------------	--

Font: Naturalea Conservació, sl

Unitat de planta estructurada en fibra tipus Plant Plug™

Característiques tècniques	<p>Es tracta d'un sistema radicular de 20x20 cm d'una planta aquàtica estructurada en fibra de coco que es presenta en un contenidor de 1 litre. Aquest desenvolupament dota la planta d'una capacitat de colonització de nous espais més elevada, disminuint el risc de mortalitat post-plantació i presentant una ràpida estructuració que la fa més resistent a condicions extremes.</p> <p>L'objecte d'aquesta tècnica és proporcionar una planta aquàtica que presenti un sistema d'arrels i/o rizomes més i millor desenvolupats mitjançant la combinació d'un substrat inert i d'unes tècniques desenvolupades als vivers de producció.</p>
Esquemes/exemples <div data-bbox="467 633 1109 1048">  </div>	
Camp d'aplicació	<ul style="list-style-type: none"> - Restauració de zones on sigui necessari assegurar la supervivència de la planta sota les condicions més dures. - Plantació d'herbàcies en esculleres i altres estructures de protecció amb pedra. - Afavoriment de la colonització natural - Retenció i estabilització de sediments - Afavoriment de la depuració natural en focus delimitats
Detalls executius	<p>La instal·lació es realitza directament sobre el terreny, cavant un forat proporcional per donar cabuda al sistema radicular estructurat en fibra i la seva posterior compactació. Per tal d'assolir l'objectiu de protegir la superfície exposada al sol al voltant de la planta, minimitzar l'elevada evaporació i mantenir la saturació hídrica del sòl, serà necessari realitzar un manteniment a base de recs en els primers estadis de desenvolupament de la mateixa.</p> <p>La densitat idònia d'instal·lació de la planta estructurada en fibra és de 1 individu cada 0,5 m².</p> <p>Aquestes plantes han de transportar-se minimitzant l'estrès hídric i les agressions que puguin derivar del propi transport. La instal·lació ha d'efectuar-se durant les 24 hores des del seu trasllat mantenint sempre durant el seu emmagatzematge les condicions d'humitat.</p> <p>S'utilitza pels gèneres: <i>Juncos</i> spp., <i>Iris</i> sp., <i>Scirpus</i> spp., <i>Carex</i> sp., <i>Claudium</i> spp., <i>Typha</i> spp., <i>Phragmites</i>, <i>Lutrium</i> spp, etc.</p>
Avantatges	<p>Suposa un sistema simple i eficaç d'implantació d'hidròfits de ribera en ambients dinàmics.</p>
Desavantatges	<p>Encara que s'incrementi la capacitat de supervivència en fenòmens extraordinaris d'avingudes o estiatges la seva capacitat de resistència segueix essent limitada.</p>

Font: Naturalea Conservació, sl


Rets orgàniques

Característiques tècniques	<p>Es tracta de mantes orgàniques en les que es guanya capacitat estructural i resistència però es perd la cobertura homogènia.</p> <p>Aquesta tècnica es basa en la consolidació de l'estructura del sòl mitjançant ret de coco o jute, protegint-l'ho de les avingudes, de les pluges torrencials o de la simple escorrentia lateral de l'aigua. Aquesta estructura reté la humitat i facilita el restabliment de la vegetació. Amb una sembra posterior s'afavoreix la colonització herbàcia que amb el pas del temps arribarà a substituir la fibra de coco.</p> <p>La ret de coco presenta una llum variable, permetent l'entrada de radiació solar i aigua però protegint la superfície descoberta del sòl, fet que facilita el creixement inicial.</p> <p>Les rets orgàniques tenen un pes que oscil·la entre els 300 i els 400 gr/m². L'obertura de la ret és variable segons les marques, igual que les dimensions dels rotllos, en general però, presenten unes dimensions de 50x2 m.</p>
Camp d'aplicació	<p>Es tracta d'un substitut de la manta orgànica en zones amb un nivell d'impacte més elevat.</p> <p>Es pot utilitzar en:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Consolidació de talussos amb pendent - Protecció del sòl en front la pluja, trepig, etc. - Restauració de marges artificials - Retenció i estabilització de sediments - Naturalització de llacunes i basses en parcs urbans i àrees de lleure.
<div data-bbox="469 1178 1106 1653" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="655 1653 922 1682" data-label="Caption"> <p>Esquemes/exemples</p> </div>	
Detalls executius	<p>La ret de coco és un material totalment degradable, que es fixarà al sòl mitjançant grapes de ferro o estaques biodegradables.</p> <p>La instal·lació en talussos amb pendents moderats s'efectuarà a partir de la part superior del talús, mitjançant l'obertura d'una rasa, sempre i quan sigui possible, que estructurarà l'extrem superior de la ret, i a partir d'aquest punt, s'instal·larà longitudinalment al pendent. Els extrems de la ret de coco han de quedar enterrats mitjançant petites rases i plecs de la ret amb el fi de minimitzar els punts d'entrada a l'erosió.</p> <p>Les grapes o estaques fixaran la ret al sòl, la quantitat i disposició espacial</p>

	<p>dependrà de les característiques del terreny i el pendent, tot i que com a norma general, s'instal·laran 2 estakes per m².</p> <p>En cas que sigui necessari es reperilarà el talús per tal de suavitzar el pendent o s'eliminaran pedres o restes que dificultin la instal·lació de la ret.</p>
Avantatges	<ul style="list-style-type: none"> - Resistència al trepig. - Tolerància al pas extraordinari d'aigües. - Permeabilitat a la llum solar.
Desavantatges	Límits segons el pendent i inadequats per a sòls amb materials molt fins.
Font: Naturalea Conservació, sl	

Enginyeria estructural vegetable

Rock roll

Característiques tècniques	<p>Gabió estructurat amb una ret de polipropilè d'alta densitat i reomplert de grava.</p> <ul style="list-style-type: none">- Estructura cilíndrica de ret amb una composició interior de graves longitudinals de 1 o 2 metres lineals.- Diàmetre estàndard: 40 cm, podent-se adaptar a comandes especials.- Estructurat amb fibra sintètica de 45 mm, impermeable, tractada amb ultravioleta, teixida sense nusos per tal de garantir la màxima força de tensió i ser físicament resistent. El diàmetre de les graves oscil·la entre 70-150 mm i el pes per metre quadrat és de 95 i 175 Kg, segons el material.- Els Rock Roll poden utilitzar-se en tots els ambients i són fàcilment colonitzables per la planta. Tenen una durabilitat de entre 20 i 30 anys (20 en situacions extremes)- La combinació entre resistència i flexibilitat aportades per la fibra i la mida de la pedra el converteixen en un material fàcil d'instal·lar.- És una estructura pensada per oferir una alta resistència amb una integració biològica major que els gabions convencionals.
Esquemes/exemples	
Camp d'aplicació	<ul style="list-style-type: none">- Protecció de marges que estan o poden estar afectats per la pressió de l'aigua.- Protecció dels marges afectats per grans onatges o forts corrents aquàtics.- Per tal d'actuar com a separador o filtre d'elements sòlids en suspensió en llacunes o sistemes de depuració natural d'aigües residuals.- Com a protecció de l'erosió en zones afectades pel desguàs de rets de pluja o afluents d'estacions depuradores.- Com a revestiment d'escolleres i gabions.- Restauració de zones de difícil colonització per les plantes (àrees pavimentades, cunetes de carreteres, canals de drenatge).- Construcció de costelles en zones de difícil colonització per les plantes.

Font: Naturalea Conservació, sl

Vegetated revetment o rock roll

Característiques tècniques

- Estructura de gabió laminar amb components interns addicionals que sostenen una comunitat vegetal madura prèviament a la instal·lació.
- Dimensiones de la unitat 4x2 o 6x2 metres, amb una amplada de 0,18m.
- material: grava (2.3-4 Kg/l).
- pes sense vegetació: 400-450 Kg/m².
- la composició pot variar en funció de la tipologia de la planta que allotgi, l'interior és de graves amb un diàmetre que oscil·la entre 50-150 mm i una densitat entre 2,6 – 2,9 Kg/dm³. Entre les graves es col·loca material més fi que queda fixats per la planta estructurada en una malla de fibra continua de polipropilè no corrosiva de 45 mm amb una força de tensió de 6,6 KN
- L'estructura pot contenir un geotèxtil que estabilitza el material i actua com a filtre per el subsòl.

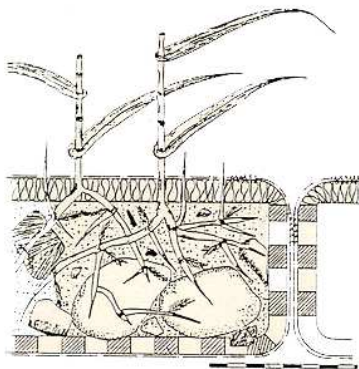
Esquemes/exemples



Camp d'aplicació

- Estabilització i protecció dels marges dels rius, canals, embassaments, etc. afectats per una forta erosió hídrica.
- Restauració de la coberta vegetal en rius, canals, torrents, llacs, embassaments i altres ecosistemes aquàtics o semi-aquàtics.
- Millora de la qualitat de l'aigua tenint en compte la funció de les plantes aquàtiques com a filtres vegetals.
- Construcció de canals i dics longitudinals amb tècniques de bioenginyeria de baix impacte i alta integració paisatgística.

Esquemes/exemples





Consolidació d'estructures de trampa de sediments en el riu Rin.
Bestman G.S.Ibèrica

**Avantatges i
desavantatges**

Alt grau d'antropització, costos elevats.
Sistema d'alta resistència per protegir marges.

Font: Naturalea Conservació, sl

Murs verds Deltalok

Característiques tècniques	<p>Els murs verds tipus Deltalok són un sistema de bioenginyeria aplicable tant en obres d'enginyeria civil com en obres paisatgístiques i de jardineria.</p> <p>És un sistema de construcció de murs verds que utilitza sacs col·locats al portell i comunicats amb un connector. Val a dir, que es tracta d'uns sacs amb material vegetal sense incidència negativa en el medi ambient.</p> <p>La tècnica s'utilitza aplicant sacs, però amb un connector entre ells pot augmentar considerablement la seva resistència. Les unitats de connector tipus Deltalok estàndards i especials estan fabricades amb polipropilè d'alta qualitat.</p> <p>Aquestes unitats són resistents a danys abans, durant i després de la construcció en tot tipus de clima. A més, poden reciclar-se i reutilitzar-se.</p> <p>Les unitats s'utilitzen per interconnectar sacs amb l'objectiu d'incrementar la pròpia força de l'estructura, permetent la creació de murs de terra alts, amb fort pendent i respectuosos amb el medi ambient. Les unitats poden subjectar una geomalla com a reforç en cas de TEM.</p>
Esquemes/exemples <div data-bbox="507 958 1088 1106" data-label="Image"> </div>	
Camp d'aplicació	<p>Creació de murs atractius de terra amb vegetació, per a tota una varietat de propòsits que inclouen murs mediambientals, control de l'erosió, pendents de retenció de la vegetació, estabilització de marges de corrent i murs de contenció.</p> <p>És un sistema car, doncs implica mà d'obra, però útil en certes ocasions ja que no requereix grans moviments de terra i té una gran capacitat d'adaptació orogràfica.</p> <p>Es tracta d'una tècnica molt utilitzada com a revestiment de talussos verticals inestables.</p>
Esquemes/exemples <div data-bbox="344 1503 1225 1805" data-label="Image"> </div> <p>Detall del sistema Deltalok</p>	
Detalls executius	<ul style="list-style-type: none"> - El material de reompliment ha de tenir un contingut d'humitat adequat per a un òptim comportament quan es compacta. - No s'ha d'utilitzar material orgànic, ni massa argilós. Aquests materials contenen un excés d'humitat i no es compacten adequadament. - Per a compactar terrenys pot ser útil encaminar-nos cap a una compactació mecànica.

	<ul style="list-style-type: none"> - Un equip de compactació mecànica amb conductor no hauria d'operar a menys d'1 metre del revestiment del mur. - S'ha d'evitar compactar en excés els terrenys pròxims al revestiment del mur. - Les proves del terreny les duran a terme professionals qualificats. Tanmateix, hauran d'obtenir-se com a mínim a 1 metre de la superfície posterior dels sacs. <p>El gruix idoni del material instal·lat a cada alçada dependrà del tipus de terra i de l'equip de compactació utilitzat. La majoria de terres inorgàniques de l'emplaçament, fàcilment alterables pels nivells d'humitat, han de col·locar-se en alçades més petites i requeriran un esforç de compactació més elevat.</p>
--	--

Esquemes/exemples



Talús de revestiment per Deltalok. Can Deu.Sabadell. Naturalea Conservació s.l.

Avantatges	<p>Un dels avantatges del sistema és la possibilitat de revegetar-se fàcilment pels següents factors:</p> <ul style="list-style-type: none"> - El mateix sac es pot reomplir amb una mescla de llavors o es pot hidrosembrar després de la instal·lació. - El material geotèxtil del que està fet el sac és una evolució de l'utilitzat en obra civil, pensat per tenir un bon equilibri de tensions que fa que una vegada foradat no s'acabi de trencar, i tingui la justa combinació de resistència amb permeabilitat absoluta al pas de les arrels. - El sistema radicular de les plantes contribueix a la millora de l'estructura. - Amb finalitats paisatgístiques o de jardineria es pot plantar, sempre i quan les condicions ambientals siguin favorables, amb estaca viva, plantes trepadores o vivaces amb flor.
Desavantatges	<p>Es tracta d'un sistema car. És molt difícil de revegetar en zones molt seques o orientades al sud a no ser que s'incorpori algun tipus de reg.</p>

Font: Naturalea Conservació, sl

Annex 2. Dades meterorològiques

Dades meteorològiques any 2008. Terrassa Vallès Occidental

Mes	Temperatura (°C)			Humitat (%)			Pressió (hPa)			Vent (km/h, sentit)		Punt de rosada (°C)			Pluja (mm)
	Màx.	Mín.	Mitjana	Màx.	Mín.	Mitjana	Màx.	Mín.	Mitjana	Màxim	Mitjana	Màx.	Mín.	Mitjana	
Gener	19,5	2,5	9,7	96	10	66	1034	994	1021	45, WNW	4, SE	11	-13	3	32,4
Febrer	18,8	4	10,1	95	20	69	1036	1008	1025	44, NW	4, E	11	-8	4	24,2
Març	23,1	0,4	10,8	91	7	59	1024	990	1011	51, NNW	7, S	10	-22	2	23,8
Abril	23,6	6,9	13,5	92	13	61	1028	990	1011	44, W	7, SSE	13	-10	6	40
Maig	25,2	10	16,3	96	17	65	1022	1000	1013	39, NE	7, ESE	15	-5	9	140,2
Juny	33,4	12,2	20,5	94	18	62	1020	1004	1016	35, SW	6, SE	18	4	12	90,8
Juliol	32,7	15,3	23,4	92	25	62	1026	1009	1016	40, SW	8, SSE	20	7	15	49,8
Agost	34,3	16,1	23,7	90	18	61	1021	1004	1015	35, NNW	7, SE	21	2	15	15,2
Setembre	30,3	12,3	19,6	91	21	66	1024	1006	1015	39, SW	5, ESE	20	0	13	27,4
Octubre	25,6	3,8	16,2	95	21	71	1029	998	1017	34, SW	5, ESE	18	-7	10	85,5
Novembre	17,4	1,3	10,1	94	23	65	1028	990	1013	50, SE	5, SSE	14	-12	4	53,9
Desembre	15	2,1	7,7	95	21	68	1029	991	1014	37, W	5, ESE	10	-14	2	107,2

Dades meteorològiques any 2009. Terrassa, Vallès Occidental

Mes	Temperatura (°C)			Humitat (%)			Pressió (hPa)			Vent (km/h, sentit)		Punt de rosada (°C)			Pluja (mm)
	Màx.	Mín.	Mitjana	Màx.	Mín.	Mitjana	Màx.	Mín.	Mitjana	Màxim	Mitjana	Màx.	Mín.	Mitjana	
Gener	17,1	-2,1	7,3	94	29	69	1028	987	1011	72, SW	5, SSE	10	-7	2	65,8
Febrer	19,2	1,7	8,6	95	21	65	1028	988	1012	42, WNW	5, SE	8	-15	2	25,2
Març	22,4	2,6	11,2	94	13	61	1027	985	1014	42, NW	5, SE	9	-16	3	59
Abril	26,5	6,6	12,9	94	13	66	1022	998	1012	40, NNE	6, ESE	12	-5	6	84,2
Maig	28,6	9,6	19	94	20	56	1024	1008	1016	40, NE	6, ESE	17	-1	9	17,4
Juny	32,7	15,1	22,4	87	0	55	1023	970	1015	37, SW	7, SE	20	0	12	25,4
Juliol	34,8	16,6	24,1	94	12	59	1024	1009	1017	44, SW	6, SE	21	-3	15	90,2

